Beitrag zur Entwicklung von Techniken zur Übertragung standortheimischer Gräser und Kräuter auf Rohbodenböschungen

Diplomarbeit

Manja Landefeld

August 2001

Vorwort

Im Rahmen dieses Vorwortes möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die auf vielfältigste Weise die Erstellung dieser Diplomarbeit unterstützt und ermöglicht haben. Besonderer Dank gilt den Betreuern Herrn Prof. R. JOHANNSEN, Herrn Prof. K. HELMECKE (FH Erfurt) und dem Initiator und Ausführer des Begrünungsversuches Herrn J. BENDER (Rekultivierungsfirma Bender). Weiterhin gilt diesen Personen der FH Erfurt Anerkennung für ihre Hilfe: Herrn Prof. H.-H. MEYER und Frau C. HOFFMANN für ihre ausführliche bodenkundliche und geologische Beratung, Frau PROF. G. VÖLKSCH und Herrn HEILEMANN für ihre klimatologischen Hinweise, Herrn Prof. SCHWARICK und Frau BRETERNITZ für die chemischen Untersuchungen, Herrn Prof. S. MÜLLER für Beratung im Fachgebiet Pflanzenernährung und schließlich Frau Dr. D. FIEBICH für die Nachbestimmung der Gräser, sowie Herrn GARTEN für geduldige Herausgabe von Kartenmaterial. Aber auch weiteren Fachleuten sei gedankt: besonders dem Bauleiter Herrn KROPP und dem Polier Herrn ADLER (bickhardt – bau) für die zur Verfügung gestellten Begrünungsflächen, die Beratung und die Stahlnägel zur Abgrenzung der Flächen, dem Herrn Dipl.-Ing. M. BURGER (DEGES) für das Kartenmaterial und andere Planungsunterlagen des Autobahnbaus der A71, dem Schäfer Herrn B. RAUPACH aus Rippersroda für seinen Einsatz und Flexibilität bei der Heumulchgewinnung, dem Herrn Dipl.-Ing. M. STOLLE von der Martin-Luther- Universität Halle für ausführliche Diskussionen und Informationen, ebenso Herrn Dr. F. MOLDER für wichtige Hinweise, der Frau E. TIETZ vom Landschaftspflegeverband „Mittlerer Thüringer Wald“ e.V. für die Unterstützung bei der Suche nach den Gewinnungsflächen, Frau Dr. A. KIRMER für die Tagebauexkursion in Roßbach und Kayna-Süd und die Vorstellung der Blockanlage, nicht zuletzt sei Herr FRIEDRICH von der UNB Arnstadt genannt für seine Hilfe hinsichtlich der Bereitstellung von Planungsunterlagen. Für die tatkräftige Hilfe beim Heuwenden möchte ich den Kommilitoninnen BRIT ZIMMERMANN, KATHARINA LOHMANN, INA NEUMANN und CLAUDIA BÖHM danken, besonders noch einmal BRIT ZIMMERMANN und TINA LUDWIG für die zur Verfügung gestellten PKW`s, die Hilfe bei den Bodenuntersuchungen und die Nutzung der Computertechnik. Zu guter Letzt möchte ich herzlich meinen Eltern für ihre finanzielle Unterstützung und Geduld, sowie meinem Bruder Rico für seinen tatkräftigen Einsatz danken.

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1	**Einleitung**	
1.1	Veranlassung	1
1.2	Aufgabenerläuterung	2
2	**Ökologische und technische Einführung**	
2.1	Rohbodenböschungen – Vorkommen und Probleme, Bedeutung	3
2.2	Verbreitung der Pflanzenarten	5
2.2.1	Ausbreitungstypen	6
2.2.2	Ausbreitungsstrategien	8
2.2.3	Verbreitungsräume	9
2.3	Bekannte Begrünungsverfahren zur Übertragung von einheimischen Gräsern und Kräutern	10
2.3.1	Heumulchsaat	10
2.3.2	Heudruschsaat	10
2.3.3	Ökotypensaatgut	11
2.3.4	Grünlandböden	11
2.4	Die Nassansaat	11
2.4.1	Anwendungsbereich	12
2.4.2	Technikeinsatz und Ausführung	12
2.4.3	Einsatz loser Begrünungsmittel	13
2.4.3.1	Bodenverbesserungsstoffe	13
2.4.3.2	Kleber	14
2.4.3.3	Düngemittel	14
2.4.3.4	Mulchstoffe	15

3 Versuchsbeschreibung

3.1 Allgemeine Grundlagen der Begrünungs- und Gewinnungsflächen 17

3.1.1 Bereitstellung der Begrünungsflächen 17

2.1.2 Festlegung der Gewinnungsflächen 17

3.1.3 Lage, naturräumliche Eingliederung 18

3.1.4 Geologie und Böden 20

3.1.5 Hydrogeologie, Hydrologie 21

3.1.6 Klima 21

3.1.7 Vorhandene Schutzgebiete 22

3.1.8 Nutzungen 22

3.1.9 Vegetation 24

3.2 Untersuchungen zu den lokalen Standortverhältnissen, der Vegetation der Begrünungs- und Gewinnungsflächen und des Heumulches 25

3.2.1 Boden 25

3.2.2 Klima 34

3.2.3 Erosion 38

3.2.4 Vegetation 41

3.2.4.1 Vegetation der Gewinnungsflächen 42

3.2.4.2 Spontanvegetation der Begrünungsflächen 47

3.2.4.3 Kontaktvegetation der Begrünungsflächen 52

3.3 Ableitungen für das Begrünungsverfahren 55

3.3.1 Verbesserung der Boden- und Klimaverhältnisse 55

3.3.2 Verwendung des standortheimischen, diasporenhaltigen Heumulches 56

3.4 Die Heumulchgewinnung 57
3.4.1 Die Mahd 57
3.4.2 Die Trocknung 58
3.4.3 Das Ballenpressen 58
3.4.5 Die Weiterverarbeitung des Heumulches 58
3.5 Die Ausführung der Nassansaat mit Heumulch 60
3.5.1 Die Versuchsvarianten 60
3.5.2 Die losen Begrünungsmittel, Rezepturen 62
3.5.3 Der Technikeinsatz 65
3.6 Vorschläge zum Monitoring der Versuchsflächen 66
3.6.1 Vegetationskundliche Untersuchungen 66
3.6.2 Bodenkundliche Untersuchungen 67
3.6.3 Erosionsschutzbewertung 69
3.7 Offene Fragen 70

4 Ökologische und ökonomische Diskussion zur Technik der Übertragung standortheimischer Gräser und Kräuter auf Rohbodenböschungen
4.1 Grundlagenerfassungen der zu begrünenden Rohbodenböschungen 72
4.1.1 Erfassung der lokalen Standortverhältnisse 72
4.1.1.1 Lage und Naturraum 72
4.1.1.2 Geologie und Boden 72
4.1.1.3 Klima 76
4.1.1.4 Erosion 77
4.1.1.5 Spontanvegetation, Kontaktvegetation 77
4.1.2 Erstellung einer potentiellen Saatgut – Pflanzenartenliste 78

4.2 Wahl des Begrünungsverfahrens 79
4.2.1 Mögliche Begrünungsverfahren 79
4.2.2 Wahl des Saatgutes 81
4.2.2.1 Nachteile von nicht standortheimischem Saatgut 81
4.2.2.2 Vorteile von standortheimischem Saatgut 82
4.2.2.3 Vor- und Nachteile von Gewinnungs- und Übertragungstechniken von standortheimischen Gräsern und Kräutern 84
4.2.3 Allgemeine Verwendungsmöglichkeiten von Heumulch 86
4.3 Die Festlegung und Untersuchungen der Gewinnungsflächen 88
4.3.1 Suche und Festlegung der Gewinnungsflächen 88
4.3.1.1 Herkunftsgebiete 88
4.3.1.2 Abgrenzung von allochthonen und autochthonen Beständen 90
4.3.2 Voruntersuchungen auf den potentiellen Gewinnungsflächen 91
4.3.3 Vegetationskundliche Untersuchungen auf den Gewinnungsflächen 92
4.4 Die Heumulchgewinnung unter Einsatz landschaftspflegerischer und landwirtschaftlicher Techniken 94
4.4.1 Festlegung des günstigsten Mahdtermins 94
4.4.2 Die Mahd und einsetzbare Technik 95
4.4.3 Die Trocknung und einsetzbare Technik 99
4.4.4 Das Ballenpressen und einsetzbare Technik 103
4.4.5 Die Lagerung des Heumulches 105
4.4.6 Die Weiterverarbeitung des Heumulches 106
4.5 Ausführung der Begrünung 107
4.5.1 Einsatz von losen Begrünungsmitteln 107
4.5.2 Auftragstechniken 110

4.6 Offene rechtliche und verfahrenstechnische Fragen 112
4.6.1 Rechtliche Aspekte 112
4.6.2 Verfahrensablauf und Terminisierung 114
4.6.3 Qualitätssicherung bei diasporenhaltigem Heumulch 115
4.6.3.1 Herkunftsnachweis 115
4.6.3.2 Artenzusammensetzung 115
4.6.3.3 Keimfähigkeit 115
4.6.3.4 Auftragsstärken 115
4.6.3.5 Lagerungsfähigkeit/ - dauer 115

5 Zusammenfassung 117

6 Literaturverzeichnis 118

ANHANGSVERZEICHNIS

Anhang 1: Fotodokumentation
Anhang 2: Bodenkundliche Untersuchungen
Anhang 3: Untersuchungen des Klimas
Anhang 4: Vegetationskundliche Untersuchungen
Anhang 5: Gesamtlisten der erfassten Pflanzenarten
Anhang 6: Ökologisches Verhalten der erfassten Arten
Anhang 7: Aktennotizen

ABBILDUNGSVERZEICHNIS – TEXTTEIL

Abbildung 1: Lage des RRB und der Gewinnungsflächen I und II, M 1 : 25.000
Abbildung 2: Die Naturräume Thüringens (Hiekel et. al. 1994) und Lage der Untersuchungsflächen
Abbildung 3: Flächennutzungen am RRB, M 1 : 1000
Abbildung 4: Bodenerkundungen auf den Begrünungsflächen am RRB, M 1 : 1000
Abbildung 5: Untersuchungen zur Erfassung der lokalen Klimaverhältnisse auf den Begrünungsflächen am RRB, M 1 : 1000
Abbildung 6: Kartierung der Bodenerosion durch Wasser am RRB, M 1 : 1000
Abbildung 7: Fläche I - Nutzungen, Lage der repräsentativen Vegetationsaufnahmen und Bodenerkundungen
Abbildung 8: Fläche II - Nutzungen, Lage der repräsentativen Vegetationsaufnahmen und Bodenerkundungen
Abbildung 9: Phänogramme der gemeinsamen, erfassten Pflanzenarten der Gewinnungsflächen I und II
Abbildung 10: Kartierung der Spontanvegetation am RRB, M 1 : 1000
Abbildung 11: Kontaktvegetation zu den Begrünungsflächen am RRB, M 1 : 5000
Abbildung 12: Lage und Anordnung der Versuchsvarianten auf den Begrünungsflächen am RRB, M 1 : 1000

Abbildung 13: Naturräumliche Großeinheiten nach KLINK (1990) aus POTT (1995)
Abbildung 14: Unterteilung der Mähwerke hinsichtlich ihrer Arbeitsweise
Abbildung 15: Trocknungsverlauf bei der Heuwerbung

ABBILDUNGSVERZEICHNIS – ANHANG 1 : FOTODOKUMENTATION

Abbildung 1: Blick vom Autobahndamm auf das RRB, den Seitenarm des Wirrbachtales und die Ortschaft Geschwenda (Foto: Verfasserin).
Abbildung 2: Blick vom Autobahndamm am Rand des Thüringer Waldes entlang Richtung Nordost (Foto: Verfasserin).
Abbildung 3: Blick auf die westexponierte Fläche A und einen Teil der nordexponierten Fläche B (Foto: Verfasserin).
Abbildung 4: Der Verlauf des bisherigen Ah – Horizontes auf der Fläche C (Foto: Verfasserin).
Abbildung 5: Die Gewinnungsfläche I ist umgeben von Wald und wird dadurch teilweise stark verschattet (Foto: Verfasserin).
Abbildung 6: Die Gewinnungsfläche II nach der Mahd am 5. Juli 2000 (Foto: Verfasserin).
Abbildung 7: Der plattig bis bankig geschichtete Untere Buntsandstein (Foto: Verfasserin).
Abbildung 8: Unterschiedlich tief verwitterter Sandstein (Foto: Verfasserin).
Abbildung 9: Die Bodenerkundungen mit dem Pürckhauer – Bohrstock (Foto: Verfasserin).
Abbildung 10: Die Temperaturmessungen an der Erdoberfläche mit Tinytalks vom 29.05. bis zum 25.06. 2001 (Foto: Verfasserin).
Abbildung 11: Der Staunässebereich in der Fläche B (Foto: Verfasserin).
Abbildung 12: Die Erosionsrinnen im anstehenden lehmigen Horizont mit ca. 25 – 30 cm Tiefe (Foto: Verfasserin).
Abbildung 13: Als Berme blieb eine kleine Restfläche der Feuchtwiese erhalten (April 2001), (Foto: Verfasserin).
Abbildung 14: Restfläche der Feuchtwiese im Juli 2001(Foto: Verfasserin).

Abbildung 15: Die Spontanvegetation auf dem ehemaligen Ah – Horizont und dem Erosionsbereich (Foto: Verfasserin).

Abbildung 16: Spontanvegetation in der wasserführenden Rinne (Foto: Verfasserin).

Abbildung 17: Dominierende Arten auf der Restfläche der Feuchtwiese: *Juncus bulbosus* und *Salix caprea* (Foto: Verfasserin).

Abbildung 18: Spontanvegetation auf dem verwittertem Sandstein (Foto: Verfasserin).

Abbildung 19: *Lupinus polyphyllus* auf den Sandflächen der Fläche C (Foto: Verfasserin).

Abbildung 20: Spezialist für saure Standorte: *Rumex acetosella* (Foto: Verfasserin).

Abbildung 21: Kontaktvegetation: östlich vom RRB gelegene Erdmiete (Foto: Verfasserin).

Abbildung 22: Kontaktvegetation: aufgeschütteter Autobahndamm, begrünt im Herbst 2000 mit einer Nassansaat mit Strohmulch (Foto: Verfasserin).

Abbildung 23: Die Mahd am 4. Juli 2001 (Foto: Verfasserin).

Abbildung 24: Trocknung des Heumulches: Wenden und Schwaden mit der Hand (Foto: Verfasserin).

Abbildung 25: Die Abgrenzung der Varianten zueinander wurde mit Schnurnägeln abgesteckt (Foto: Verfasserin).

Abbildung 26: Die Durchführung der Nassansaat fand am 20. August 2001 durch die Rekultivierungsfirma Bender statt (Foto: Verfasserin).

ABBILDUNGSVERZEICHNIS – ANHANG 2

Abbildung 1: Siebkurve der Bodenprobe AS

Abbildung 2: Siebkurve der Bodenprobe BS

Abbildung 3: Siebkurve der Bodenprobe BL

Abbildung 4: Siebkurve der Bodenprobe BP

Abbildung 5: Siebkurve der Bodenprobe CS

Abbildung 6: Siebkurve der Bodenprobe CL

Abbildung 7: Siebkurve der Bodenprobe P1/Fläche I
Abbildung 8: Siebkurve der Bodenprobe P2/Fläche I
Abbildung 9: Siebkurve der Bodenprobe P4/Fläche I
Abbildung 10: Siebkurve der Bodenprobe P3/Fläche II
Abbildung 11: Siebkurve der Bodenprobe P4/Fläche II
Abbildung 12: Schlämmanalyse und Siebkurve der Bodenprobe BS
Abbildung 13: Schlämmanalyse und Siebkurve der Bodenprobe BL
Abbildung 14: Schlämmanalyse und Siebkurve der Bodenprobe BP
Abbildung 15: Atterberg`sche Grenzen der Bodenprobe CL
Abbildung 16: Atterberg`sche Grenzen der Bodenprobe BP
Abbildung 17: Atterberg`sche Grenzen der Bodenprobe BL
Abbildung 18: Pürckhauer – Bohrungen auf Fläche A der Begrünungsflächen am RRB
Abbildung 19: Pürckhauer – Bohrungen auf Fläche B der Begrünungsflächen am RRB
Abbildung 20: Pürckhauer – Bohrungen auf Fläche C der Begrünungsflächen am RRB
Abbildung 21: Pürckhauer – Bohrungen auf Gewinnungsfläche I
Abbildung 22: Pürckhauer – Bohrungen auf Gewinnungsfläche I
Abbildung 23: Pürckhauer – Bohrungen auf Gewinnungsfläche II

ABBILDUNGSVERZEICHNIS – ANHANG 3

Abbildung 1: Verschattungsdiagramm der Fläche A
Abbildung 2: Verschattungsdiagramm der Fläche B
Abbildung 3: Verschattungsdiagramm der Fläche C
Abbildung 4: Temperaturverlauf der Dauermessung mit Tinytalks vom 29.05. bis 27.06.2001 auf den Böschungsflächen A (West), B (Nord), C (Ost)
Abbildung 5: Mittlerer Tagesverlauf von Temperatur und Feuchte

ABBILDUNGSVERZEICHNIS – ANHANG 6

Abbildung 1: Ökologisches Verhalten der Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB und der Vegetation der Gewinnungsflächen I und II in Bezug auf den Kennwert Lichtzahl

Abbildung 2: Ökologisches Verhalten der Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB und der Vegetation der Gewinnungsflächen I und II in Bezug auf den Kennwert Temperaturzahl

Abbildung 3: Ökologisches Verhalten der Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB und der Vegetation der Gewinnungsflächen I und II in Bezug auf den Kennwert Feuchtezahl

Abbildung 4: Ökologisches Verhalten der Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB und der Vegetation der Gewinnungsflächen I und II in Bezug auf den Kennwert Reaktionszahl

Abbildung 5: Ökologisches Verhalten der Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB und der Vegetation der Gewinnungsflächen I und II in Bezug auf den Kennwert Nährstoffzahl

TABELLENVERZEICHNIS – TEXTTEIL

Tabelle 1: Durchschnittswerte der Temperaturmessungen mit Tinytalks vom 29.05. bis 25.06.2001

Tabelle 2: Rezepturen der losen Begrünungsmittel und die Saatgut- bzw. Heumulchmengen für die Begrünungsvarianten 0 und 1

Tabelle 3: Zusammensetzung der RSM 7.1.1: Landschaftsrasen – Standard ohne Kräuter

Tabelle 4: Zusammensetzung der reifen Diasporen im Heumulch der Gewinnungsflächen I und II

Tabelle 5: Übersicht der erhobenen (2001) und vorzuschlagenden Ermittlungen (2002 bis 2004) von Bodenparametern des Begrünungsversuches

Tabelle 6: Bonitierungsstufen zur Darstellung der Oberflächenstruktur der Böden des Begrünungsversuches 2001

Tabelle 7: Mittlere Nährstoffgehalte am Beispiel vom Sediment Sandstein (Gew.-%), Angabe der Gesamtmenge

Tabelle 8: Übersicht zu empfehlender Bodenuntersuchungen und ihre Bestimmungsmöglichkeiten im Labor bzw. vor Ort

Tabelle 9: Vor- und Nachteile der Feld- und Labormethoden zur Bestimmung der pH – Werte und Nährstoffgehalte von Böden

Tabelle 10: Vor- und Nachteile der Ansaatverfahren

Tabelle 11: Vor- und Nachteile der besonderen Begrünungsverfahren zur Übertragung von standortheimischem Saatgut

Tabelle 12: Phänologische Aufnahmeschlüssel nach DIERSCHKE (1989, 1994) für Kräuter und Gräser

Tabelle 13: Vereinfachung der Phänostufen nach DIERSCHKE (1989, 1994) zu Reifegrad – Stufen zum Zweck der Bestimmung des günstigsten Mahdtermines zur Heumulchgewinnung

Tabelle 14: Feldtage für 1. Schnitt (nach PFAU, verändert)

Tabelle 15: Vergleich von Trägerfahrzeugen und Auslegergrundgeräten hinsichtlich der Einsetzbarkeit zur Heumulchgewinnung

Tabelle 16: Vergleich der Mähwerk – Bauarten hinsichtlich ihrer Qualitäten und der Eignung zur schonenden Heumulchgewinnung

Tabelle 17: Beurteilung des Feuchtegehaltes bei Grüngut

Tabelle 18: Vergleich verschiedener Werbegeräte hinsichtlich ihrer Arbeitsqualität und Eignung zur Heumulchgewinnung

Tabelle 19: Bewertung der 2 Bauarten von Rundballenpressen hinsichtlich ihrer Funktionsweise und der Eignung für die Heumulchgewinnung

Tabelle 20: Saattermine für hydraulische Ansaaten, jahreszeitliche Verteilung und Erfolgsaussichten

Tabelle 21: Abhängigkeit des Einsatzes hydraulischer Ansaaten von den Standortverhältnissen

TABELLENVERZEICHNIS – ANHANG 2

Tabelle 1: Nasssiebung der Bodenprobe AS
Tabelle 2: Nasssiebung der Bodenprobe BS
Tabelle 3: Nasssiebung der Bodenprobe BL
Tabelle 4: Nasssiebung der Bodenprobe BP
Tabelle 5: Nasssiebung der Bodenprobe CS
Tabelle 6: Nasssiebung der Bodenprobe CL
Tabelle 7: Nasssiebung der Bodenprobe P1/Fläche I
Tabelle 8: Nasssiebung der Bodenprobe P2/Fläche I
Tabelle 9: Nasssiebung der Bodenprobe P4/Fläche I
Tabelle 10: Nasssiebung der Bodenprobe P3/Fläche II
Tabelle 11: Nasssiebung der Bodenprobe P4/Fläche II
Tabelle 12: Schlämmanalyse und Nasssiebung der Bodenprobe BS
Tabelle 13: Schlämmanalyse und Nasssiebung der Bodenprobe BL
Tabelle 14: Schlämmanalyse und Nasssiebung der Bodenprobe BP
Tabelle 15: Kalkgehalt der Bodenprobe AS
Tabelle 16: Kalkgehalt der Bodenprobe BS
Tabelle 17: Kalkgehalt der Bodenprobe BL
Tabelle 18: Kalkgehalt der Bodenprobe BP
Tabelle 19: Kalkgehalt der Bodenprobe CS
Tabelle 20: Kalkgehalt der Bodenprobe CL
Tabelle 21: Kalkgehalt der Bodenprobe P1/Fläche I
Tabelle 22: Kalkgehalt der Bodenprobe P2/Fläche I
Tabelle 23: Kalkgehalt der Bodenprobe P4/Fläche I
Tabelle 24: Kalkgehalt der Bodenprobe P3/Fläche II
Tabelle 25: Kalkgehalt der Bodenprobe P4/Fläche II
Tabelle 26: Ergebnisse der Bodenparameter Humusgehalt, pH – Wert, Stickstoffgehalt nach KJELDAHL, Kalium- und Phosphatgehalt für die Bodenproben AS, BS, BL, BP, CS, CL
Tabelle 27: Ergebnisse der Bodenparameter Humusgehalt, pH – Wert, Stickstoffgehalt nach KJELDAHL, Kalium- und Phosphatgehalt für die Bodenproben P1/Fläche I, P2/Fläche I, P4/Fläche I, P3/Fläche II, P4/Fläche II

Tabelle 28: Ergebnisse der Bestimmung von Bodendichte, Porenraum, Porenvolumens mittels Stechzylindermethode
Tabelle 29: Erläuterung der Bodenarten – Kurzzeichen der Pürckhauer – Bohrungen
Tabelle 30: Ergebnisse der Untersuchungen der Mischprobe von der Begrünungsfläche A am RRB
Tabelle 31: Ergebnisse der Untersuchungen der Mischproben von der Begrünungsfläche B am RRB
Tabelle 32: Ergebnisse der Untersuchungen der Mischproben von der Begrünungsfläche C am RRB
Tabelle 33: Ergebnisse der Untersuchungen der Mischproben von der Gewinnungsfläche I
Tabelle 34: Ergebnisse der Untersuchungen der Mischproben von der Gewinnungsfläche II

TABELLENVERZEICHNIS – ANHANG 3

Tabelle 1: 30-jähriges Mittel der Monatsmittel der Lufttemperatur in °C (Martinroda)
Tabelle 2: 30-jähriges Mittel der Monatssummen des Niederschlags in mm (Gräfenroda)

TABELLENVERZEICHNIS – ANHANG 4

Tabelle 1: Aufnahmedaten der Gewinnungsfläche I
Tabelle 2: Vegetationsaufnahmen auf Probefläche a der Gewinnungsfläche I
Tabelle 3: Vegetationsaufnahmen auf Probefläche b der Gewinnungsfläche I
Tabelle 4: Vegetationsaufnahmen auf Probefläche c der Gewinnungsfläche I
Tabelle 5: Vegetationsaufnahmen auf Probefläche d der Gewinnungsfläche I
Tabelle 6: Aufnahmedaten der Gewinnungsfläche II

Tabelle 7: Vegetationsaufnahmen auf Probefläche a der Gewinnungsfläche II
Tabelle 8: Vegetationsaufnahmen auf Probefläche b der Gewinnungsfläche II
Tabelle 9: Vegetationsaufnahmen auf Probefläche c der Gewinnungsfläche II
Tabelle 10: Vegetationsaufnahmen auf Probefläche d der Gewinnungsfläche II
Tabelle 11: Spontanvegetation der Fläche 1 der Begrünungsflächen am RRB
Tabelle 12: Spontanvegetation der Fläche 2 der Begrünungsflächen am RRB
Tabelle 13: Spontanvegetation der Fläche 3 der Begrünungsflächen am RRB
Tabelle 14: Spontanvegetation der Fläche 4 der Begrünungsflächen am RRB
Tabelle 15: Spontanvegetation der Fläche 5 der Begrünungsflächen am RRB
Tabelle 16: Spontanvegetation der Fläche 6 der Begrünungsflächen am RRB
Tabelle 17: Spontanvegetation der Fläche 7 der Begrünungsflächen am RRB
Tabelle 18: Spontanvegetation der Fläche 8 der Begrünungsflächen am RRB
Tabelle 19: Spontanvegetation der Fläche 9 der Begrünungsflächen am RRB
Tabelle 20: Kontaktvegetation 1: Frischwiesen im Wirrbachtal
Tabelle 21: Kontaktvegetation 2: Ansaatfläche auf Autobahndammböschung
Tabelle 22: Kontaktvegetation 3: Erdmieten, ca. seit 1 ½ Jahren dort lagernd
Tabelle 23: Kontaktvegetation 4: Frisch- und Feuchtwiesen im Wirrbachtalwiesen im Wirrbachtal
Tabelle 24: Kontaktvegetation 5: Fichtenforste

TABELLENVERZEICHNIS – ANHANG 5

Tabelle 1: Gesamtartenliste der erfassten Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB
Tabelle 2: Gesamtliste der erfassten Pflanzenarten der Gewinnungsfläche I
Tabelle 3: Gesamtliste der erfassten Pflanzenarten der Gewinnungsfläche II
Tabelle 4: Gesamtartenliste der erfassten Kontaktvegetation zu den Begrünungsflächen am RRB

TABELLENVERZEICHNIS – ANHANG 6

Tabelle 1: Ökologisches Verhalten der Pflanzenarten der Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB anhand von Kennwerten

Tabelle 2: Ökologisches Verhalten der Pflanzenarten der Gewinnungsfläche I anhand von Kennwerten

Tabelle 2: Ökologisches Verhalten der Pflanzenarten der Gewinnungsfläche II anhand von Kennwerten

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

§	Paragraph
Abb.	Abbildung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
bzw.	beziehungsweise
C – N – Verhältnis	Kohlenstoff – Stickstoff – Verhältnis
DIN	Deutsches Institut für Normung
EU	Europäische Union
FLL	Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.
KAK_{pot}	potentielle Kationenaustauschkapazität
K_f – Wert	Durchlässigkeitsbeiwert im gesättigten Strömungsbereich (m/s)
KULAP	Kultur- und Landschaftsprogramm
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
mdl.	mündlich
Nr.	Nummer
NSG	Naturschutzgebiet
pH	pondus hydrogeni = Maßzahl für Wasserstoff – Ionen – Konzentration
RRB	Regenrückhaltebecken
S.	Seite
ThürNatG	Thüringer Naturschutzgesetz
ü. NN	über Normal Null
UNB	Untere Naturschutzbehörde
vergl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

1 Einleitung

1.1 Veranlassung

Das Thema der Biodiversität ist umso aktueller, je dramatischer ihr Schwund sich abzeichnet. Spätestens seit den Biodiversitäts – Konventionen von Rio de Janeiro 1992 sind die Diskussionen um die Bewahrung der biologischen Vielfalt auf nationaler und internationaler Ebene verstärkt in Bewegung geraten. Die biologische und genetische Vielfalt wird durch viele , vor allem menschliche Einflüsse gefährdet. Immer mehr Pflanzenarten werden vom Aussterben bedroht. Besonders solche, die im Laufe der Evolution an bestimmten Standorten zu Spezialisten geworden sind oder eine standörtliche , breit gefächerte Formenvielfalt aufweisen. Das Leitbild der innerartlichen Vielfalt wurde auch vom Naturschutz aufgegriffen. Durch das Ausbringen von Saatgut, z.B. im Zuge von landschaftsbaulichen Begrünungen in der freien Landschaft, wird diese Biodiversität unter anderem auch von Landschaftsrasenmischungen mit ihren standortfremden Kultursorten negativ beeinflusst. An das Saatgut werden im Landschaftsbau vor allem aber auch funktionelle Ansprüche gestellt, wie sicheres und schnelles Anwachsen zur Sicherung der Oberbodenfläche, Artenreichtum, extensive Pflegeansprüche. Als Alternativen zu den handelsüblichen Landschaftsrasenmischungen werden verschiedene Formen standortheimischen (autochthonen) Saatgutes mit Gräsern und Kräutern betrachtet, von deren Standortangepasstheit man sich ökologische und ökonomische Vorteile im Landschaftsbau verspricht. Die Gewinnung und Anwendung von autochthonem Saatgut ist noch eine Ausnahmeerscheinung in der fachlichen Praxis, obwohl der Bedarf nach der Schaffung naturnaher, artenreicher Flächen besteht, z.B. für Ausgleichsmaßnahmen. Die Integration von autochthonem Saatgut in die gängigen Ansaatverfahren in der freien Landschaft ist also nötig, um das Ziel des nachhaltigen Schutzes der genetischen Ressourcen mit wirtschaftlich akzeptablem Aufwand zu verbinden.

1.2 Aufgabenerläuterung

Die Aufgaben dieser Diplomarbeit waren :

- die Integration von autochthonem, diasporenhaltigem Heumulch in das Nassansaatverfahren (Hydroseeding) in Form eines Begrünungsversuches von Rohbodenböschungen aufzuzeigen;

- dabei die nötigen Verfahrensschritte der Grundlagenerfassungen, Festlegung der Heumulch – Gewinnungsflächen, die vegetationskundlichen Untersuchungen dieser, die Heumulchgewinnung mit Hilfe landwirtschaftlicher Technik und die Applikation des Heumulches mit Hilfe der Nassansaat zu durchlaufen;

- Empfehlungen für die weitere Betreuung der Versuchsflächen zu erarbeiten;

- die Verfahrensschritte zu beurteilen, ökologisch und ökonomisch zu diskutieren und Vorschläge zur optimalen Umsetzung zu unterbreiten.

2 Ökologische und technische Einführung

2.1 Rohbodenböschungen – Vorkommen und Probleme, Bedeutung

Der Begriff „Rohboden“ wird bei SCHIECHTL und STERN ([45], 1992) als unbelebter, mineralischer und humusloser Boden charakterisiert. Das heißt, diese Böden besitzen kein oder ein nur schwach entwickeltes Ai/C – Profil. Nach STOLLE ([57], 2000) müssen aber auch andere Stoffe zu den Rohbodenmaterialien gezählt werden, wie organische und organisch angereicherte Substrate, die durch natürliche oder anthropogene Prozesse an die Erdoberfläche gelangen und so Ausgangssubstrate zur Bodenbildung werden. Damit erweitert man den Begriff „Rohboden“ auch auf „undifferenzierte Substrate ohne nachweisbare Horizontierung ... sobald sie von niederen und/oder höheren Pflanzen besiedelt sind“ ([45], STOLLE, 2000). Rohbodenböschungen sind geneigte Ebenen, die mit den ungünstigen physikalischen Zuständen der Rohböden einer besonders nachhaltigen Sicherung gegen Erosion und Rutschungen bedürfen.

- ***Vorkommen und Probleme***

Rohbodenböschungen werden fast ausschließlich durch die Bautätigkeit des Menschen geschaffen. Sie entstehen bei:

- Verkehrswegebau,
- Bergbau,
- Anlage von Deponien.

Im folgenden wird nur auf Rohbodenböschungen im Verkehrswegebau eingegangen. Es handelt sich dabei um Extremstandorte - in vielerlei Hinsicht.

- ***Bodenverhältnisse***

Die Böschungen sind Einschnitte in die jeweiligen geologischen Formationen; aufgeschüttete, vermischte, verlagerte und teilweise verdichtete Bodenstandorte. Die Bodenverhältnisse können kleinräumig sehr unterschiedlich sein. Die Bodenstrukturen und –gefüge sind verändert, die Nährstoffverfügbarkeit ist sehr gering, Humus ist größtenteils nicht vorhanden. Durch die Bautätigkeit können

hohe Verdichtungen auftreten, welche die Durchwurzelbarkeit für Pflanzen erschweren oder gar unmöglich machen.

- ***Wasserhaushalt***

Rohbodenböschungen als Pflanzenstandorte sind vor allem von der Niederschlagsmenge und -verteilung, der Wasseraufnahmefähigkeit und -speicherkapazität des Bodens abhängig. STALLJAN weist rechnerisch nach, dass durch die Böschungsneigung weniger Niederschlagswasser die Oberfläche erreicht und gleichzeitig mehr Wasser oberflächig abläuft ([52], STALLJAN, 2000). Auch Teilversiegelungen des Einzugsgebietes tragen zu verstärkten Oberflächenwasserabflüssen bei. Es kann zu Erosionsschäden kommen. An Böschungen kann Schicht- oder Quellwasser austreten, auch durch Veränderung der Bodenverhältnisse durch die Bautätigkeit ([45], SPUNDFLASCH, 2000) .

- ***Klimaverhältnisse***

Durch die Veränderungen der Geländemorphologie der Böschungsanschüttungen oder –einschnitte werden die Windrichtungen und –geschwindigkeiten beeinflusst: verstärkt, vermindert oder durch Bauwerke verwirbelt. Ebenfalls durch Bauwerke (z.B. Brücken) können Regenschatten entstehen ([51], SPUNDFLASCH, 2000).

- ***Strahlungsverhältnisse***

Die Böschungsexpositionen und –neigungen bringen verschiedene, oft verstärkte Bestrahlungsintensitäten mit sich, Bauwerke und angrenzende Waldgebiete können Verschattungen schaffen. Die Bestrahlung bzw. Beschattung beeinflussen die Erwärmung und die Verdunstung an der Erdoberfläche. So können große tages- und jahreszeitliche Temperaturextreme entstehen, die Erdoberfläche kann bei hoher Verdunstung stark austrocknen, besonders bei mangelndem Schutz durch eine Vegetationsdecke.

- ***Bedeutung***

Rohbodenböschungen werden als Teile der Verkehrswege und der Landschaft gestaltet und eingegliedert. Das beginnt bei der Planung und Erstellung, und

endet bei der Begrünung und Bepflanzung und anschließenden Entwicklung und Pflege der Vegetation. Diese Böschungen haben trotz und auch vor allem als Extremstandorte Bedeutung für den Naturhaushalt und das Landschaftsbild:

- sie dienen als Lebensraum, vor allem für standortgemäße Pflanzen, die auf solche Extremstandorte angewiesen sind (z.B. Trocken- und Halbtrockenrasenarten);
- können als Biotopverbindungsglied zwischen anderen Lebensräumen dienen;
- sie puffern Schadstoffe ab;
- vermindern extreme Klimaeinflüsse;
- dienen dem Wasserhaushalt als Speicher, Regler und Filter ([9], BUSCH, 2000).

Die extremen Bedingungen auf einer Rohbodenböschung müssen bei ihrer Begrünung berücksichtigt werden – bei der Saatgutauswahl, der Art des Begrünungsverfahrens, bei der Planung von eventuell notwendigen Sicherungsbauweisen und Erosionsschutzmaßnahmen. Die lokalen Standortbedingungen sind oft sehr spezifisch und können stark von den allgemeinen Gegebenheiten im Naturraum abweichen ([51], SPUNDFLASCH, 2000).

2.2 Verbreitung der Pflanzenarten

„Ausbreitung“ wird nach CHRISTIANSEN (1954) zit. nach URBANSKA ([64], 1992) wie folgt definiert: „....ist ein Beförderungsvorgang von Diasporen (= Ausbreitungseinheiten), ihre Verbreitung im Raum ist Ausdruck und Folge davon.“ Ausbreitung ist also ein Ausdruck für einen Vorgang und einen Zustand gleichzeitig. Spricht man von der räumlichen Verteilung der Pflanzen oder ihrer Diasporen, wird das „Verbreitung“ genannt ([64], URBANSKA, 1992). Die Ausbreitungsstrategien der Pflanzen sind komplexe Vorgänge und Wechselwirkungen zwischen der Art der Fortpflanzung und der Ausbreitung. Sie sind ausschlaggebend für die Besiedelung neuer Lebensräume wie Rohbodenböschungen.

Die Arten der Fortpflanzung und Ausbreitung lassen sich in :

- vegetative Fortpflanzung / Ausbreitung
- generative Fortpflanzung / Ausbreitung

unterscheiden. Betrachtet man die Ausbreitungsstrategien unter dem Gesichtspunkt der Übertragbarkeit von Gräsern und Kräutern auf Rohbodenstandorte durch den Menschen, so lassen sich verfahrenstechnisch die generativ (sexuell oder asexuell) entstandenen Diasporen effektiv nutzen. Die generative Ausbreitung ist abhängig von den Eigenschaften der Diasporen und/oder der Mutterpflanzen, sowie der Art der „Ausbreiter" (Wind, Wasser, Tiere, Menschen) ([39], PFADENHAUER, 1997).

2.2.1 Ausbreitungstypen

Die Bauart der Diasporen ist unter anderem entscheidend für die Art der Ausbreitung. Es lassen sich folgende Haupttypen der Verbreitung von Diasporen (Früchten, Fruchtständen, Teilfrüchten, Samen) unterscheiden:

- Achorie (praktisch keine Ausbreitung)
- Autochorie (Selbstverbreitung)
- Allochorie (Fremdverbreitung)
    - Anemochorie (Windverbreitung)
    - Hydrochorie (Wasserverbreitung)
    - Zoochorie (Tierverbreitung)
- Anthropochorie (Verbreitung durch den Menschen),([64], URBANSKA, 1992).

➢ ***Achorie***

Den entsprechenden Pflanzen fehlt jeder Ausbreitungsmechanismus. Sie bilden ihre Diasporen vielfach unterirdisch, die dort auch reifen. Andere lassen die Diasporen direkt von der Pflanze abfallen, die dort liegen bleiben. Die Ausbreitung ist minimal. Beispiele dafür sind die Erdnuss (*Arachis hypogaea*) und *Lathyrus amphicarpus.* Dieser Ausbreitungstyp ist oft mit anderen kombiniert , z.B. mit der Zoochorie ([64], URBANSKA, 1992).

- ***Autochorie***

Dabei besitzen die Pflanzen selbst Mechanismen der Verbreitung. Die Diasporen können aktiv weggeschleudert werden durch erzeugte Turgorerhöhung (z.B. bei *Impatiens*). Bei Storch- und Reiherschnabelarten (*Geranium*) werden die Grannen der Teilfrüchte eingerollt. Durch geotropes Wachstum der Fruchtstiele werden die Früchte in den Untergrund versenkt (z.B. bei *Cymbalaria*). Bei dieser Form der Ausbreitung spielen Gewicht und Form der Diasporen und die Höhe der Diasporenquelle eine Rolle. Die größte Populationsdichte findet sich in geringer Entfernung von der Mutterpflanze und nimmt mit zunehmender Entfernung rasch ab ([64], URBANSKA, 1992).

- ***Allochorie***

Die meisten Pflanzen sind allochor. Es gibt eine Vielzahl an Mechanismen und damit unterschiedliche Folgen für die Ausbreitung einer Population.

- *Anemochorie*

Einige Arten, wie z.B. der Mohn (*Papaver*) oder die Glockenblumen (*Campanula*), schütteln die Samen mit ruckartigen Bewegungen aus den Behältern und lassen sie aufgrund ihres geringen Gewichtes vom Wind verblasen. Die Diasporen können Flugeinrichtungen wie Haarkränze (*Salix*), flügelartige Anhängsel (*Acer*) oder Haarschirme (*Taraxacum*) besitzen. Mit Hilfe dieser Einrichtungen werden sie viele Meter weit getragen. Beim Feldmannstreu (*Eryngium campestre*) wird sogar der ganze trockene Fruchtstand durch den Wind transportiert, er wird als Steppenroller über kahle Flächen bewegt.

- *Hydrochorie*

Diese Verbreitungsstrategie wird überwiegend von den Wasserpflanzen (z.B. *Nymphaea*) genutzt. Aber auch andere Pflanzenarten kommt das Wasser zustatten: die Kapsel öffnet sich nur bei Feuchtigkeit (*Sedum*); oder durch den Aufprall der Regentropfen werden die Samen weggeschleudert (Täschelkräuter, z.B. *Capsella bursa - pastoris*).

- *Zoochorie*

Man unterscheidet in :

  - Endozoochorie
  - Epizoochorie.

Bei der Endozoochorie passieren die Samen und Früchte den Darm verschiedenster Tiergruppen, wie z.B. Beeren. Die Samen werden zumeist unversehrt wieder ausgeschieden. Die bedeutenste Rolle spielen die Vögel als Verbreiter, aber auch Säugetiere (durch Vorratswirtschaft) und Ameisen haben Einfluss. Die Verbreitung von Diasporen über Ameisen nennt man Myrmecochorie. Die Ameisen fressen gewisse Anhängsel (Elaiosomen), die sich an *Viola, Allium, Lamium* befinden. Bei der Epizoochorie werden die Diasporen durch äußeres Anheften an Tiere verbreitet. Manche kleben mit Erdpartikeln an, einige mit Hilfe von Drüsenhaaren oder eine klebrigen Oberfläche (*Plantago*), andere kletten sich durch Haare und Emergenzen im Fell der Tiere fest.

- ***Anthropochorie***

Der Mensch kann Diasporen durch seine zivilisatorische Tätigkeit über weite Entfernungen verbreiten. Es werden Pflanzen als Saatgut bewusst verbreitet (z.B. *Poa pratensis, Lolium perenne*), andere werden unbewusst als Beimengungen ausgetragen, wie viele Ackerwildpflanzen. Manche Diasporen heften sich an die Kleidung (*Galium aparine*) oder werden unwissentlich mit verschiedenen Gütern oder Verkehrsmitteln befördert ([64], URBANSKA, 1992).

.

2.2.2 Ausbreitungsstrategien

Oft verfügen Pflanzen über mehrere Ausbreitungsstrategien gleichzeitig, was eine Risikominderung bedeutet. Es wird eine Unterscheidung in drei Kategorien getroffen:

- *Polychore Pflanzen* („die Opportunisten“)

Sie produzieren eine große Anzahl an Diasporen, verfügen nur über einen einzigen Typ Diasporen und mehr als einen Ausbreitungstyp.

- *Amphikarpische Pflanzen* („die Pessimisten“)

Sie legen die meisten Diasporen oft nur unterirdisch an, bilden aber gleichzeitig auch oberirdisch ähnliche Diasporen aus, die entsprechend anders verbreitet werden.

- *Heterokarpische Pflanzen* („die Supervorsichtigen“)

Diese besitzen morphologisch verschiedenartige Diasporen, die unterschiedlich verbreitet werden. Damit sind manchmal Abweichungen im Keimverhalten verbunden. Heterokarpische Pflanzen sind meist einjährig, die Ausbreitungsstrategie ist räumlich und zeitlich wirksam ([64], URBANSKA, 1992).

2.2.3 Verbreitungsräume

Bedingt durch die Ausbreitungsstrategien kann man eine Unterscheidung der überwindbaren Distanzen der Pflanzenausbreitung treffen:

- Nahausbreiter (im Umkreis von einigen Metern)
- Distanzausbreiter (im Umkreis von einigen hundert Metern)
- Fernausbreiter (im Umkreis von einigen Kilometern).

Der Raum, in dem die jeweiligen Art und in der Regel auch die Unterarten verbreitet sind, ist das Areal. ROTHMALER ([43], 1996) beschreibt das Areal als ein bestimmtes, den Umweltansprüchen der Pflanzenarten entsprechendes und für die Sippe charakteristisches Wohngebiet. Die Form der Areale kann sehr unterschiedlich sein:

- zusammenhängendes Verbreitungsgebiet = Areal;
- Fehlen der Art auf weiten Stecken innerhalb ihres Areals oder Areal besteht aus getrennten Teilen = *disjunktes Areal;*
- ein oder mehrere kleine Fundgebiete außerhalb des Areals = *Exklaven* (können Relikte sein, oder durch Ferntransporte dort angesiedelt) ([43], ROTHMALER, 1996).

Die Grenzen der Pflanzenareale werden bestimmt von:

- inneren Faktoren (der Konstitution der Pflanzenart),
- äußeren Faktoren , die nochmals unterteilt werden in:
    - ökologische Faktoren (Klima, Boden, Konkurrenzverhältnisse zu anderen Pflanzenarten),
    - historische Faktoren, d.h. die „...Ausbreitungs- und Entwicklungsgeschichte der Arten in Abhängigkeit von der geologisch-geographischen und klimatischen Entwicklung der Erdräume...“ ([43], ROTHMALER, 1996).

Die Angaben der Verbreitungen in der Literatur ([43], ROTHMALER, 1996; [6], BENKERT, 1996) liegen die politischen Grenzen der Bundesländer zugrunde. Eine weitere Differenzierung erfolgt mit Hilfe der Angaben der Himmelsrichtungen oder Landschaften([43], ROTHMALER, 1996). HAEUPLER ([22], 2000) hat sich für einen neuen Weg entschieden, indem er die Verbreitungen in den naturräumlichen Naturraumeinheiten angibt, wie sie von KLINK (1990) vorgeschlagen wurde (siehe Abbildung !). Auch hier erfolgt eine weitere Differenzierung mit Hilfe der Himmelsrichtungen und Höhenstufen ([22], HAEUPLER, 2000). Graphisch erfasst wurden die Verbreitungsgebiete für die Pflanzenarten in den Verbreitungsatlanten, wie z.B. „Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands“ ([6], BENKERT, 1996)

2.3 Bekannte Begrünungsverfahren zur Übertragung von einheimischen Gräsern und Kräutern

Es handelt sich bei folgenden Verfahren um schon länger bekannte Methoden zur Übertragung von einheimischen Gräsern und Kräutern auf zu begrünende Flächen ([17], FLL, 1999), die sich in verschiedene Ansaatverfahren integrieren lassen. An dieser Stelle sollen die Verfahren kurz dargestellt werden.

2.3.1 Heumulchsaat

Dafür wird frischer, diasporenhaltiger Aufwuchs oder Heu auf den Boden aufgebracht. Das Schnittgut sollte zu dem Zeitpunkt geerntet werden, an dem sich die gewünschten Arten in einem fortgeschrittenen, bis abgeschlossenem Stadium der Reife befinden. Wenn sie überreif sind, können die Diasporen ausfallen. Die empfohlenen Ausbringungsmengen liegen für Fettwiesen bei 300 g Heu/m², für Magerrasen bei 100 g Heu/m² ([17] FLL 1999).

2.3.2 Heudruschsaat

Das Saatgutgemisch wird durch Drusch von einem Grünlandbestand gewonnen und mit Druschresten aus Blättern, Stängeln und Spelzen vermischt ausgebracht. Die Arten müssen die Samenreife erreicht haben, wenn sie geerntet werden. Die Ausbringungsmenge ist abhängig von der Saatgutkonzentration,

den enthaltenen Arten und dem angestrebten Begrünungsziel und Erosionsschutz. Der Richtwert liegt bei 20 – 40 g/m² ([17], FLL, 1999).

2.3.3 Ökotypensaatgut

Dabei handelt es sich um Saatgut aus genau definierten Herkünften (Herkunftsgebiete). Es darf weder mit Samen anderer Herkunft gekreuzt oder gemischt werden. Es wird unterschieden zwischen:

- Ökotypensaatgut, das in natürlichen Vorkommen gesammelt wurde
- Ökotypensaatgut, das aus Anzuchtbeständen stammt.

Die Gewinnung, Reinigung und Lagerung entspricht der Vorgehensweise bei Regelsaatgut. Die Saatgutmenge ist von dem Standort abhängig, der Richtwert liegt bei 1 – 5 g/m² ([17], FLL, 1999).

2.3.4 Grünlandböden

Der diasporenhaltige Boden wird von Flächen mit einem dem Begrünungsziel entsprechenden Vegetationsbestand gewonnen. Wenn nur geringe Mengen ausgebracht werden, spricht man von einer Impfung. Es werden solche Böden verwendet, die dem Begrünungsziel im Artenspektrum am ehesten entsprechen. Es sollte die diasporenreiche Oberbodenschicht von ca. 20 cm Mächtigkeit dazu genutzt werden. Die Auftragsmenge ist abhängig vom Diasporengehalt, der Verfügbarkeit des Bodens und dem Begrünungsziel. Es können schon Auflagen von 5 – 10 l/m² ausreichen ([17] FLL 1999).

2.4 Die Nassansaat

Die Nassansaat eignet sich von allen maschinellen Ansaatverfahren besonders zur Begrünung von Problemflächen in der offenen Landschaft. Auch Hydroseeding oder Anspritzverfahren genannt, ist es allgemein gekennzeichnet durch den Einsatz von trockenen und flüssigen Begrünungsmitteln und Saatgut, die mit Wasser als Trägerstoff vermischt, und mit Hilfe von Spritzmaschinen auf die zu begrünenden Flächen aufgebracht werden. Dabei werden das Saatgut, die Bodenverbesserungsstoffe, die Düngemittel und Mulchstoffe mit Hilfe von Klebern auf der Bodenoberfläche fixiert – mit dem Ziel, der Ansaat gleichzeitig

günstigere Bodenverhältnisse zu verschaffen. Die Nassansaat kann auch mit Arbeitsgängen der Trockenansaat kombiniert werden. In diesem Sinne wird es auch als „Ansaatverfahren mit losen Begrünungsmitteln“ bezeichnet ([47], SCHLÜTER, 1996). Die technischen und biologischen Funktionen einer Nassansaat lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Verhinderung von Bodenerosion durch Wasser und Wind,
- Vermeidung von Rutschungen an Böschungen und Hängen,
- Festlegung des Bodens durch Oberflächenschutz,
- Schutz des ausgebrachten Saatgutes gegen Witterungseinflüsse,
- Aufnahme und Speicherung von Niederschlagswasser und Taufeuchtigkeit,
- Förderung der Keimung des Saatgutes,
- Förderung intensiver und tiefreichender Durchwurzelung des Bodens ([18], FLL, 1998).

2.4.1 Anwendungsbereich

Es können alle ebenen bis stark geneigten Flächen begrünt werden, vor allem solche, die mit herkömmlichen Saatmaschinen nicht befahrbar sind (steile, felsige und steinige Böschungen), sei es aufgrund starker Geländeneigung oder eines nicht befahrbaren Untergrundes ([52], STALLJAN, 2000). Trotzdem muss eine gewisse Erreichbarkeit, d.h. eine Zuwegung der Flächen gegeben sein.

2.4.2 Technikeinsatz und Ausführung

Bei der Nassansaat werden Allradträgerfahrzeuge mit hoher Geländetauglichkeit mit Spezialaufbauten (Tanks) eingesetzt. Dabei lassen sich 3 Haupttypen unterscheiden:

- die Spezialaufbauten sind fest auf den Fahrzeugen installiert (meist LKW mit Allradantrieb, manchmal Kettenfahrzeuge),
- die Spezialaufbauten oder auch Tanks sind auf Anhängern installiert und werden mittels LKW, Schlepper o.ä. gezogen. Das Gerät wird entweder über eine Zapfwelle vom Fahrzeug aus oder durch ein separates Antriebsaggregat betrieben.

- flexible Spezialaufbauten die auf jedes Fahrzeug mit Ladefläche montiert werden können. Sie werden über Diesel – oder Stromaggregate betrieben ([52], STALLJAN, 2000).

Die Spezialaufbauten können verschieden große Fassungsvermögen haben - von 300 l, über 5000 l bis 12.000 l - und sind mit Doppelwellenrührwerken, Pumpen, Motoren und Sprühkanonen versehen. Die größeren Geräte besitzen außerdem eine Arbeitsbühne, von der aus die Nassansaat erfolgt. Die losen Begrünungsmittel werden über einen Lift oder Ladekran auf den Behälter befördert, dort hineingegeben und mit Wasser, das hochgepumpt wird, verrührt. Das Doppelwellenrührwerk vermischt die Substanzen zu einem homogenen Aggregat, das unter einem Druck von 4 bis 10 bar bis zu 300 m weit auf die zu begrünende Fläche aufgespritzt wird ([52], STALLJAN, 2000). Während des Prozesses wird die Masse ständig gleichmäßig durchmischt. Der Druck ist regulierbar, so dass die Spritzreichweiten während des Vorganges variiert werden können. Es werden unterschiedliche Düsen oder Sprühköpfe verwendet, die an den Sprühkanonen befestigt werden: für lange und für kürzere Reichweiten. Die Auftragsstärke richtet sich nach den Standortfaktoren und der danach ausgerichteten Mischungsrezeptur. Bei SCHIECHTL & STERN ([45], 1992) wird sie mit 0,5 bis 2 cm angegeben, auf grobsteinigen Standorten sollte sie noch dicker sein. Es sind dann mehrere Arbeitsgänge notwendig.

2.4.3 Einsatz loser Begrünungsmittel

Die losen Begrünungsmittel lassen sich in Bodenverbesserungsstoffe und Düngemittel, Kleber und Mulchstoffe unterteilen ([13], DIN 18918, 1990). Die Aufwandsmengen und Rezepturen für die Ansaatmischungen orientieren sich nach den Standortbedingungen und dem Begrünungsziel der zu begrünenden Flächen.

2.4.3.1 Bodenverbesserungsstoffe

Die Bodenverbesserungsstoffe lassen sich nach ihrer Herkunft unterteilen:

- Bodenverbesserungsstoffe aus Naturprodukten, wie Kalk und Torf;
- Bodenverbesserungsstoffe aus Produkten von Entsorgungsprozessen, wie Klärschlamm und Kompost;

- Bodenverbesserungsstoffe aus synthetischer Gewinnung, wie Alginate, Alkalisilikate, extrahierte letale mikrobielle Biomassen, Schaumstoffe, Stockosorb.

Ihre Wirkungsweisen auf den Boden lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

- Verbesserung der physikalischen Bodeneigenschaften durch Beeinflussung der Korngrößenverteilung und des Bodengefüges,
- Verbesserung der chemischen Bodeneigenschaften durch Veränderung des pH – Wertes und der Verfügbarkeit an Nährstoffen im Boden,
- Verbesserung der biologischen Bodenaktivitäten durch Anreicherung mit organischen Substanzen ([47], Schlüter, 1996).

2.4.3.2 Kleber

Kleber sind „Stoffe, die zur Oberflächenfestlegung und / oder zur Verbindung der aufgebrachten Stoffe“ dienen ([13], DIN 18918, 1990). Die Kleber können natürliche oder künstliche Stoffe / Flüssigkeiten sein. Sie können demnach in:

- Kunststoffe (z.B. Polymere),
- Bitumenemulsionen,
- Naturwachse,
- Biomassen (z.B. Guarmehle, Alginate, pflanzliche Fasern)

unterteilt werden. Die damit verklebten Bodenoberflächen dürfen nicht betreten oder befahren werden, auch halten sie Starkregenereignissen und anderen konzentrierten Wassereinflüssen (Hang- und Staunässe) nicht stand. Sie können ebenfalls größeren Bodenbewegungen wie Rutschungen nicht entgegenwirken. Kleber allein bieten keinen Erosionsschutz – erst in Verbindung mit Mulchstoffen. Sie sind meist biologisch abbaubar und stellen in den richtigen Aufwandsmengen keine Umweltbelastung dar ([52], STALLJAN, 2000).

2.4.3.3 Düngemittel

Die Düngemittel werden eingesetzt, um auf den zu begrünenden Flächen den vorhandenen Nährstoffmangel auszugleichen. Sie dürfen keine Umweltbelastung darstellen, ihre Wirksamkeit (Start– oder Langzeitdünger) sollte auf den Be-

darf des Standortes abgestimmt sein und sie müssen ökonomisch vertretbar sein. Man unterscheidet in :

- mineralische und
- organische Dünger.

Die mineralischen Düngemittel stellen gezielt ganz bestimmte Nährstoffe und deren Konzentrationen bereit, wie Phosphor, Kali und Stickstoff. Sie wirken vor allem als Startdünger, da sie wasserlöslich sind und sich schnell in die Bodenlösung begeben. Sie besitzen außer den eigentlichen Nährstoffen noch andere Kat – und Anionen (Schwermetalle, Chloride, Natrium). Wenn sie in zu hohen Mengen ausgebracht werden, können sie die Umwelt belasten, da sie nur kurzfristig der standörtlichen Pflanzendecke zur Verfügung stehen und schnell verspült werden (Auswaschungsverluste). Deshalb wurden mineralische Langzeitdünger entwickelt, die die Nährstoffe langsam abgeben, z.B. durch eine Ummantelung. Diese sind aber wiederum teurer ([52], STALLJAN, 2000). Die organischen Düngemittel enthalten Nährstoffe, die erst über den mikrobiellen Abbau freigesetzt werden, da sie organisch gebunden sind. Der Abbau erfolgt längerfristig und ist abhängig von den Standortbedingungen, wie Temperatur- und Feuchteverhältnissen. Dabei stehen die Nährstoffe erst nach einer gewissen Zeit zur Verfügung und sind kaum auswaschungsgefährdet. Bei Versuchen von STALLJAN ([52], 2000) verliefen die Kurven der organischen Nährstofffreisetzung parallel zur Keimung und Entwicklung des Grasbestandes. Zusätzlich können organische Düngemittel eine Bodenstrukturverbesserung bewirken.

2.4.3.4 Mulchstoffe

Als Mulchstoffe werden Materialien bezeichnet, die imstande sind „als Schicht ein wachstumsförderndes Mikro – Klima zu erzeugen und die Bodenoberfläche gegen mechanische Einwirkungen, z.B. Hagel, Schlag-/Starkregen, Wind, zu schützen. Sie sollten in der Lage sein Wasser zu speichern und wieder abzugeben. Sie dürfen keine pflanzenschädigenden Bestandteile enthalten“ ([13], DIN 18918, 1990). Als Mulchstoffe werden nach Definition der FLL bezeichnet: „...frische oder angerottete organische Materialien pflanzlichen Ursprungs mit weitem C – N – Verhältnis zur Bodenabdeckung“ ([20], FLL, 1994). Für Erosionsschutz sollten sie laut DIN 18918 ([13], 1990) zum überwiegenden Teil eine Min-

destlänge von 10 cm haben. Es werden vor allem Stroh, Zellulose, Holz und Pflanzenfasern als Mulchstoffe verwendet, meist in zerkleinerter Form. Folgende positive Eigenschaften werden ihnen zugeschrieben:

- Verbesserung des Mikro – Klimas: Windgeschwindigkeit und Temperaturunterschiede werden vermindert;
- der Wasserhaushalt der oberen Bodenschicht optimiert, Herabsetzung des Wassermangels;
- durch Zersetzung des Mulches entstehen Humusstoffe, die die Bodenbildung - vor allem bei Rohböden - vorantreiben, das Edaphon wird gefördert;
- die Bodenoberfläche und die aufgebrachten Begrünungsmittel, sowie das Saatgut werden vor Abtrag durch Wind und Niederschläge geschützt.

Diese Materialien können sowohl im Nass – wie auch im Trockenverfahren aufgebracht werden und sind meist mit anderen losen Begrünungsmitteln kombiniert. Im Trockenverfahren sind die Mulchstoffgebläse geeignet, die das Mulchmaterial zerkleinern und bis zu 20 bis 30 m weit auf die Flächen bringen. Im Nassansaatverfahren wird der Mulchstoff mit Wasser und anderen Substanzen gemischt und wie schon erläutert aufgespritzt. Dabei werden eine bessere Konsistenz und Dosierfähigkeit des Gemisches geschaffen. Das Mulchmaterial muss allerdings kleiner als 10 cm sein, weil sonst die Anspritzgeräte verstopfen ([47], SCHLÜTER, 1996).

3 Versuchsbeschreibung

Der nachfolgend beschriebene Begrünungsversuch, initiiert durch Herrn Jürgen Bender der Rekultivierungsfirma Bender (siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 1) hatte das Ziel, die Verwendung von autochthonem Heumulch mit dem Nassansaatverfahren (Hydroseeding) zu verbinden und dies in einem Versuch durchzuführen und zu dokumentieren. Zu diesem Zweck waren umfangreiche Vorarbeiten notwendig, welche in diesem Kapitel beschrieben werden. Nach der erfolgten Begrünungsmaßnahme wird es angestrebt, die Versuchsflächen im Rahmen eines Forschungsprojektes weiter zu beobachten, zu untersuchen und zu bewerten.

3.1 Allgemeine Grundlagen der Begrünungs- und Gewinnungsflächen

3.1.1 Bereitstellung der Begrünungsflächen

Der Versuch begann mit der Bereitstellung der Begrünungsflächen. Mit Unterstützung der „bickardt – bau“ GmbH wurden die nachfolgend beschriebenen Böschungsflächen am RRB für den Versuch zur Verfügung gestellt. Nach einer Vorortbesichtigung (siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 2) konnten die Vorbereitungen des Begrünungsversuches beginnen.

3.1.2 Festlegung der Gewinnungsflächen

Ab April 2001 wurden die Standortverhältnisse auf den Begrünungsflächen am RRB erfasst (siehe Kapitel 3.2). Während dieser Zeit konnten mit Hilfe des Landschaftspflegeverbandes „Mittlerer Thüringer Wald“ e.V. passende Flächen zur Gewinnung des Heumulches gesucht werden (siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 3). Diese wurden unter folgenden Gesichtspunkten ausgewählt:

- große räumliche Nähe zu den Böschungsflächen am RRB (damit verbunden die Lage im selben Naturraum, siehe Kapitel 3.1.3),
- Lage möglichst auf dem gleichen geologischen Untergrund und der gleichen Leitbodenform (siehe Kapitel 3.1.4),
- extensiv bewirtschaftetes Grünland ohne Einsaat,
- ausreichende Größe und Möglichkeit zur Mahd,

- vorrausichtlich geeignete Pflanzenartenzusammensetzung, das bedeutete z.B. den Ausschluss der wertvollen, geschützten, aber zu feuchten Flächen nordöstlich des RRB.

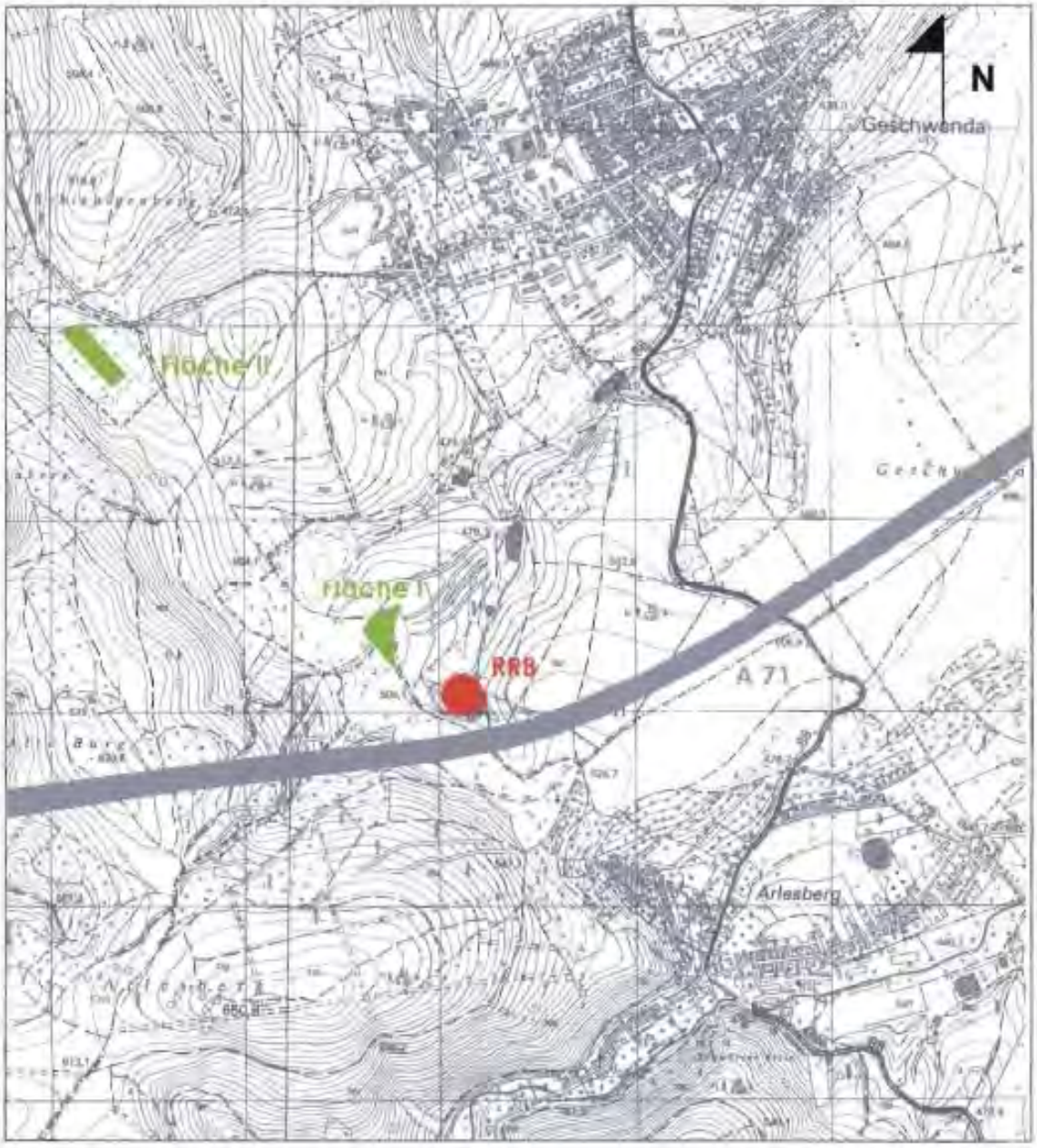
In diesen Punkten wurden die Empfehlungen von MOLDER ([34], 1995) berücksichtigt. Unter Benutzung der Aufzeichnungen zum Kultur- und Landschaftsprogramm (KULAP) konnten potentielle Flächen, die Gewinnungsflächen I und II, gefunden werden, die von der Schäferei Raupach in Rippersroda bewirtschaftet werden – durch Schafbeweidung und Mahdnutzung. Herr Raupach erklärte sich bereit, die Mahd, die Ballierung und den Transport des Heumulches zu einem geeigneten Termin auszuführen. Nach einer Vorortbesichtigung und der Besprechung der einsetzbaren Technik zur Heumulchgewinnung, konnten ab Mai 2001 auch auf diesen Flächen die Untersuchungen beginnen (siehe Kapitel 3.2).

3.1.3 Lage, naturräumliche Eingliederung

Die Begrünungsflächen liegen an einem RRB, welches zum Entwässerungssystem der BAB A71 Erfurt – Schweinfurt des Abschnittes zwischen Geraberg/Arlesberg und Geschwenda gehört. Die sogenannte Verkehrseinheit 5315 (11,25 km) beginnt nördlich von Geraberg / Arlesberg und endet nördlich von Zella-Mehlis. Sie ist Bestandteil des „Verkehrsprojektes Deutsche Einheit Nr. 16“. Das RRB liegt bei Bau-km 0+350 am nördlichen Dammfuß der BAB A 71([69], DEGES, 2000). Im weiteren westlichen Verlauf der noch im Bau befindlichen Autobahn schließt sich der Tunnel „Alte Burg“ an, im östlichen Verlauf wird die B 88 gekreuzt. Das RRB befindet sich am Wirrbachtal.

Die Gewinnungsflächen I und II liegen nordwestlich des RRB, westlich der Ortschaft Geschwenda (siehe Abb. 1). Die Flächen sind von Wald umgeben. Die Fläche I gehört zum Gebiet des „Erich“, die Fläche II südlich des Schiebigenberges zum „Neuendorf“ (siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 5).

Das RRB und die Gewinnungsflächen sind dem Übergangsbereich der Naturräume „Ilm – Saale – Ohrdrufer Platte“ und „Mittlerer Thüringer Wald“ zuzuordnen (siehe Abbildung 2). Mit einer durchschnittlichen Höhenlage von 500 m ü. NN gehören die Flächen zum Gebirgsrand des Mittleren Thüringer Waldes ([61], TLU, 1995).



M 1 : 25 000

Abbildung 1: Lage des Regenrückhaltebeckens an der A71
und der Heumulch - Gewinnungsflächen I und II

(Grundlage: Topographische Karten, M-32-46-D-c-1, M-32-46-D-c -2, M 1:10000, verändert)

Abbildung 2 :

Die Naturräume Thüringens (nach Hiekel et. al. 1994) und Lage der Untersuchungsflächen

1 Mittelgebirge
1.3.2 Mittlerer Thüringer Wald

3 Muschelkalk-Platten und Bergländer
3.6 Ilm-Saale-Ohrdrufer-Platte

(Quelle: [61], TLU, 1995)

3.1.4 Geologie und Böden

Die Begrünungsflächen am RRB und die Gewinnungsflächen I und II befinden sich im Bereich des Unteren Buntsandsteins mit grauen, wechselnd plattigen bis bankigen (z.T. mürbe und angewittert), feldspatführenden Sandsteinen, untergeordnet mit Tonsteinzwischenlagen und dünnen, violettroten, glimmerreichen Tonlagen ([B], Geologische Karte, Messtischblatt Nr. 5230, 1892). Der Bereich des Unteren Buntsandsteins verläuft in Form eines schmalen Streifens längs des nördlichen Thüringerwaldrandes zwischen Arlesberg und Frankenhain (Aufrichtungszone), ([58], TLU, 1998). Die Aufrichtung der Sandsteinschichten ließ sich besonders gut am Verlauf der Tonsteinschichten auf den Böschungsflächen am RRB erkennen (siehe Abb. 4), da dort das Festgestein aufgeschlossen wurde.

Die natürlich gewachsene Leitbodenform ist der sandige Lehm (Kurzzeichen s1), [59], TLU, 2000; [F], Bodengeologische Karte, Messtischblatt 5230, 1936). Dabei handelt es sich saure Braunerden oder Podsol – Braunerden mit einer Mächtigkeit bis 0,6 m. Die Bodenarten variieren vom sandigen Lehm bis lehmigen Sand, sie sind vielfach steinig. Über dem Anstehendem kann oft eine sandig-tonig-steinige Schuttdecke liegen. Der Humushorizont ist nur 0,2 bis 0,3 m stark. Die Böden sind kalkfrei und neigen daher zu starker Versauerung ([59], TLU, 2000). Ein Puffervermögen der sauren Braunerden gegenüber Schadstoffeinträgen ist wegen der niedrigen pH – Werte nicht vorhanden.

3.1.5 Hydrogeologie, Hydrologie

Die westlich anschließende Nordostrandstörung des Thüringer Waldes bedingte eine intensive Klüftung der anschließenden Gesteine (ca. 30 m beidseitig) und wirkt so als Drainage für das anströmende Grundwasser. Dieses verläuft im Unteren Buntsandstein und der Flurabstand kann bis zu 20 m betragen ([58], TLU, 1998). Die Böden (bindige Schichten < 2m) besitzen daher keinen Grundwasseranschluß, der Wasserhaushalt ist unausgeglichen und der Oberboden kann z.T. stark austrocknen. Durch die Tonlagen bilden sich aber oft auch grundfrische, teils im Untergrund wasserstauende Standorte. So können an Hängen über tonigen Schichtausstrichen z.T. fleckenhafte bis streifenförmige Oberbodenvernässungen (Staunässe) auftreten ([58], TLU, 2000).

3.1.6 Klima

Das Klima wird an dieser Stelle in das Makro- und das Mikroklima unterschieden. Das Makroklima beschreibt die großräumigeren Klimaverhältnisse für das Gebiet, das Mikroklima die kleinräumigeren, lokalen Klimaverhältnisse.

- ***Makroklima***

Die Begrünungs- und Gewinnungsflächen liegen im Lee des Thüringer Waldes und befinden sich damit zum größten Teil des Jahres im Wind- und Regenschatten. Die vorherrschende Hauptwindrichtung ist Süd – West ([11], Deutscher Wetterdienst, 2001). Doch es treten auch lokale Winde auf, abhängig von der Geländemorphologie, wie den Höhenrücken. Das 30-jährige Mittel der Jahresniederschläge beträgt 738 mm (Niederschlagsmessstelle Gräfenroda), mit einem Maxima im Juni mit 79 mm und einem Minima im Februar und September von 48 mm. Die mittlere Jahrestemperatur (30-jähriges Mittel), gemessen in der nächsten repräsentativen Klimastation Martinroda, beträgt 7,3 °C. Der Juli ist mit einer Durchschnittstemperatur von 16,0 °C der wärmste Monat, der Januar mit –1,4 °C der kälteste ([11], Deutscher Wetterdienst 2001).

- ***Mikroklima***

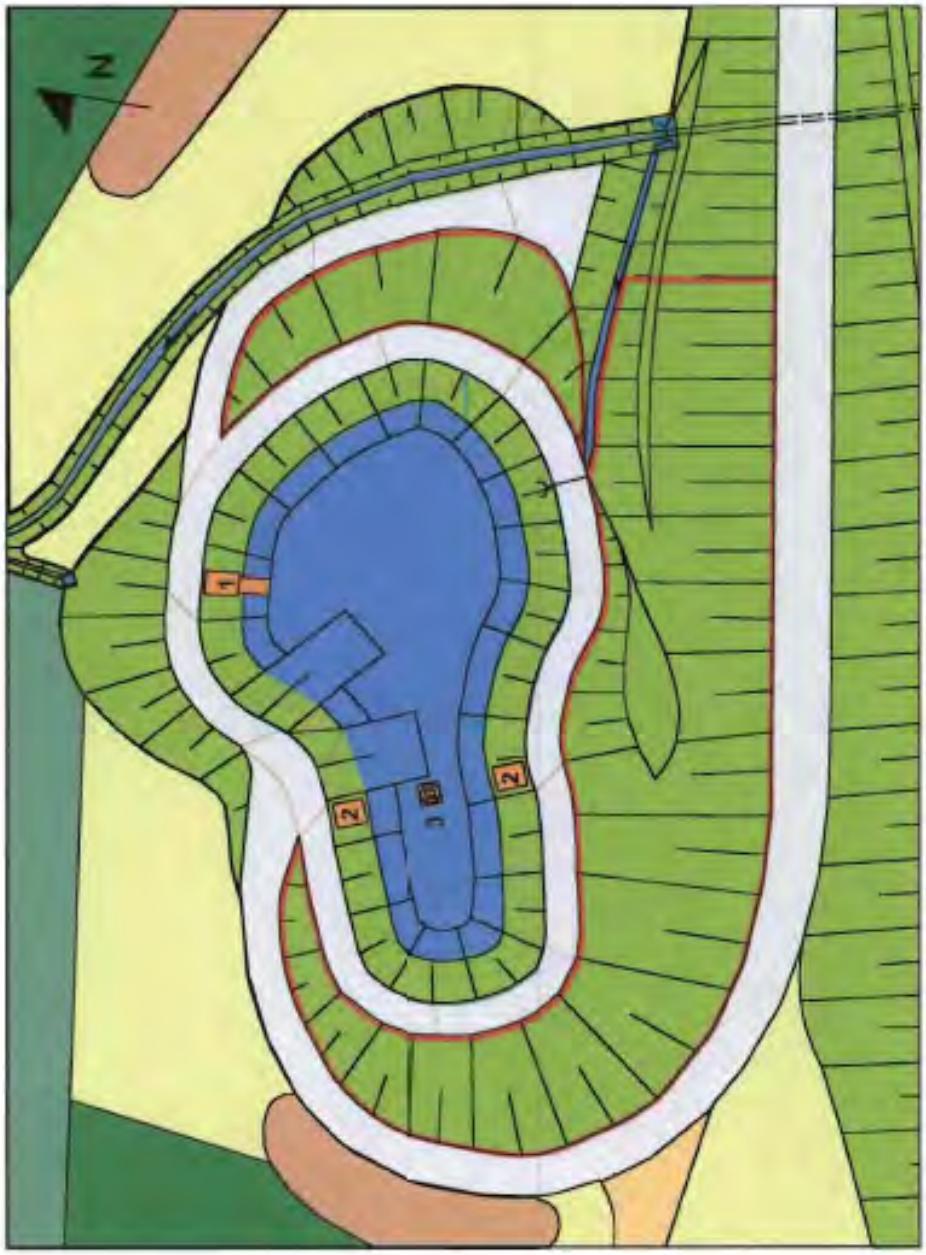
Das Gebiet der Begrünungsflächen am RRB und die Gewinnungsflächen I und II sind Freilandklimatope, die hauptsächlich von Waldklimatopen umgeben sind. Das RRB mit seinen Böschungsflächen, mit dem im Süden anschließenden Autobahndamm bildet einen kesselförmigen Einschnitt im Gelände und ist nach Norden zum Seitenarm des Wirrbachtales hin geöffnet. Damit liegt es windgeschützt. Bei strahlungsreichen Wetterlagen werden durch Wald- und Wiesengebiete Kaltluft produziert, vor allem über dem Grünland des Wirrbachtales, welches als Luftleitbahn funktioniert. Es kommt so auch zu Nebelbildungen. Das Grünland der Fläche I und II hat ebenfalls Bedeutung als Kaltluftproduzent und besitzt damit für die Ortschaft Geschwenda ebenso wie das Wirrbachtal eine klimaökologische Ausgleichsfunktion ([70], DEGES, 1997).

3.1.7 Vorhandene Schutzgebiete

Die Gewinnungs- und Begrünungsflächen liegen im Randbereich zum Landschaftsschutzgebiet „Mittlerer Thüringer Wald“. Außerdem ist südlich von Geraberg ein FFH – Gebiet gemeldet, welches noch bestätigt werden muss: der „Oberlauf der Zahmen Gera bei Seiffahrtsburgh“. Die Ortschaft Gehlberg liegt in diesem Gebiet (FRIEDRICH, mdl., siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 12).

3.1.8 Nutzungen

Die Flächen des RRB an der A71 nehmen heute eine Fläche ein, die vor dem Bau zum kleineren Teil Feucht- und Frischwiese, zum größten Teil Fichtenforst war. Die Böschungsflächen des RRB sind durch Einschnitte in den Unteren Buntsandstein und Aufschüttungen von Porphyrschutt entstanden. Sie dienen dem Abfangen von Höhenunterschieden des Geländes und der Eingliederung des Beckens in die Landschaft. Die Lage und die Erstellung des RRB und den Verwallungen wurden so geplant, dass dabei eine vorhandene Geländesenke ausgenutzt wurde und nur geringe Erdbaumaßnahmen nötig waren. Es wurde als Nassbecken mit Tauchwand und Absetzbecken ausgebildet. Die Wasserabgabe erfolgt gedrosselt in den Wirrbach – über einen offenen Graben ist eine Anschluss über zwei Fischteiche (Pfarrteich, Gänseteich) im Norden des Wirrbachtales geschaffen worden. Niederschlagswasser, welches sich im südlichs-



LEGENDE

Vegetationsflächen
- Böschungsflächen
- Feucht-/Frischwiese
- gestörte, ruderale Flächen
- Fichtenforst

Wasserflächen
- Rückhaltebecken
- offener Graben

Wege
- Zufahrt/Umfahrung
- Wanderweg

Sonstiges
- Versuchsflächen

Bauelemente
- 1 Auslaufbauwerk mit Drossel und Hochwasserüberlauf
- 2 Fundamente für Tauchwand
- 3 Stützelement für Tauchwand
- Drainage - Rohrleitung

Abbildung 3: Flächennutzungen am RRB (Stand Juni 2001)

(Grundlage: Karte des Planfeststellungsverfahrens, DEGES, M 1:5000, verändert)

ten Teil des Wirrbachtales sammelt, wird getrennt von dem Oberflächenabfluss der A 71, unter der Trasse ab- und ungedrosselt in den Vorfluter eingeleitet. Zu Wartungszwecken wurde ein Umfahrungs- und ein entsprechender Zufahrtsweg geschaffen ([69], DEGES, 1997). Nach den Begrünungsmaßnahmen werden auf den Böschungen nur Streifen von 2 m Breite am Zufahrtweg und an der Umfahrung regelmäßig gemäht, um die Wege frei zu halten. Die Restflächen werden der Sukzession überlassen (KROPP, mdl., siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 7). Die Grasländer der Gewinnungsflächen I und II wurden bis 1991 als Kuhweiden oder Mähwiesen genutzt. Seit 1991 dienen sie der Schafbeweidung, werden aber z.T. auch gemäht. Sie werden von der Schäferei Raupach & Raupach aus Rippersroda bewirtschaftet (RAUPACH, mdl., siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 5).

3.1.9 Vegetation

Die potentielle natürliche Vegetation (die Vegetation, die sich einstellen würde ohne die Einflüsse des Menschen) wäre für dieses Gebiet Wald. Das Gesamtbild würde weiterhin stark vom Klima, der Geologie, den Bodenverhältnissen lokal geprägt werden ([70], DEGES, 1997). Das Wirrbachtal, an dem das RRB liegt, ist durch einen Wiesenkomplex mit frischen bis sumpfigen Standorten gekennzeichnet. Im Zuge einer Offenlandbiotopkartierung und einer Kartierung zum Landschaftspflegerischen Begleitplan, die auch Biotoptypen der Waldbiotopkartierung enthielt, wurden diese Standorte genauer beschrieben und ihre Pflanzenarten erfasst. Im Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP) wurden aus den Biotoptypen Komplexe gebildet (wie z.B. Komplex 3: Wirrbachtal). Man muss jedoch die Unterscheidung zwischen dem Zustand des Biotopkomplexes vor - und nach dem Bau des Autobahnabschnittes und des RRB`s treffen. Diese Nutzungsänderung der Fläche brachte Veränderungen der Klima-, Wasser und Bodenverhältnisse mit sich, und damit auch der Flora (siehe Kapitel 3.2.4.2).

Die Gewinnungsflächen I und II wurden in der Offenland - Biotopkartierung als Intensivgrünland (Schlüssel – Nr.: 4250) codiert. Sie werden als Fettwiesen und -weiden ohne Beteiligung weiterer charakteristischer Arten der Bergwiesen beschrieben. Bei der Erfassung von besonders geschützten Biotopen (§18, ThürNatG) wurde die Flächen II „von *Holcus mollis* dominiertes Intensivgrünland“ als angrenzende Biotopfläche benannt ([73], OBK, 1998).

3.2 Untersuchungen zu den lokalen Standortverhältnissen und der Vegetation der Begrünungs- und Gewinnungsflächen

3.2.1 Boden

Ziel der Bodenuntersuchungen war es, die Böden in ihren wichtigsten Parametern als Pflanzenstandort zu charakterisieren, und daraus Schlussfolgerungen für das Begrünungsziel und das Ansaatverfahren zu treffen. Von den ermittelten Parametern konnte auf :

- die Gründigkeit und Durchwurzelbarkeit,
- den Wasserhaushalt,
- den Lufthaushalt,
- den Wärmehaushalt,
- und den Nährstoffhaushalt

geschlossen werden, d.h. die Böden wurden ökologisch beurteilt ([46], SCHLICHTING, BLUME & STAHR, 1995).

➢ ***Methoden***

Die bodenkundlichen und chemischen Untersuchungen der Bodenproben der Begrünungs- und Gewinnungsflächen wurden im April und Mai 2001, also im Vorlauf der Diplomarbeit durchgeführt (siehe Anhang 2, LANDEFELD, 2001). Nur die Schlämmanalysen fanden im Juni 2001 als Ergänzung der Ergebnisse statt. Die Analysen wurden im Bodenkundelabor und dem Chemielabor der Fachhochschule Erfurt vorgenommen. Die Ergebnisse sind im Anhang 2 für die jeweiligen Untersuchungsstandorte protokolliert und zusammengefasst. Auf den zu begrünenden Rohbodenböschungen am RRB wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Bestimmung der Bodenarten mittels Fingerprobe
- Korngrößen-Bestimmung (Nasssiebung und z.T. Schlämmanalyse)
- Bodenprofilerkundungen
- Bestimmung der Bodenfarben
- Bestimmung der Ausroll – und Fließgrenzen
- Ermittlung der Trockenlagerungsdichten, Porenvolumina und Wassergehalte

- Bestimmung der Carbonatgehalte
- pH – Werte der Böden
- Humusgehalte
- Nährstoffgehalte (Kalium, Phosphor, Stickstoff).

Aus den Ergebnissen konnten weiterhin folgende Bodeneigenschaften abgeleitet werden, die als Orientierungs- , nicht als Absolutwerte betrachtet werden müssen :

- K_f – Werte
- Luftkapazitäten
- nutzbare Feldkapazitäten
- Feldkapazitäten
- Durchwurzelungstiefen
- durchschnittliche KAK_{pot}.

Auf Versickerungsversuche wurde verzichtet, da dies auf Böschungen zu sehr hohen und verfälschten Werten führte (MEYER, mdl.). Auf den Gewinnungsflächen sind ebenfalls die oben genannten Bodenuntersuchungen durchgeführt worden, um eine Vergleichbarkeit zu den Begrünungsflächen als Pflanzenstandort herzustellen. Es wurde im Gegensatz zu den Begrünungsflächen auf die Bestimmung der Ausroll – und Fließgrenzen verzichtet, dafür wurde die Bestimmung von Trockenlagerungsdichten, Porenvolumina und Wassergehalten durchgeführt. Für die Untersuchungsmethoden wurden , außer bei den Profilerkundungen und der Stechzylindermethode gestörte Mischproben entnommen. Die Entnahmetiefe lag bei 0 – 0,20 m. Die Entnahmestellen sind in den Abbildungen 4, 7 und 8 dargestellt. Dabei wurden die Entnahmehinweise der VDLUFA ([65], 1991) berücksichtigt. Auf der Begrünungsfläche B wurden die Untersuchungen auf den dargestellten Bereich beschränkt, da dieser repräsentativ für die Bodenarten dieser Fläche war (siehe Abbildung 4).

- *Bestimmung der Bodenarten mittels Fingerprobe*

Die Korngrößenfraktionen des Feinerdeanteils und des Grobbodens wurden mit der Fingerprobe bestimmt, indem die Körnigkeit, Bindigkeit, Formbarkeit und andere Merkmale durch Kneten und Reiben ermittelt wurden ([1], AG BODEN, 1994). Dieser Untersuchung wurden alle Mischproben und das Material der

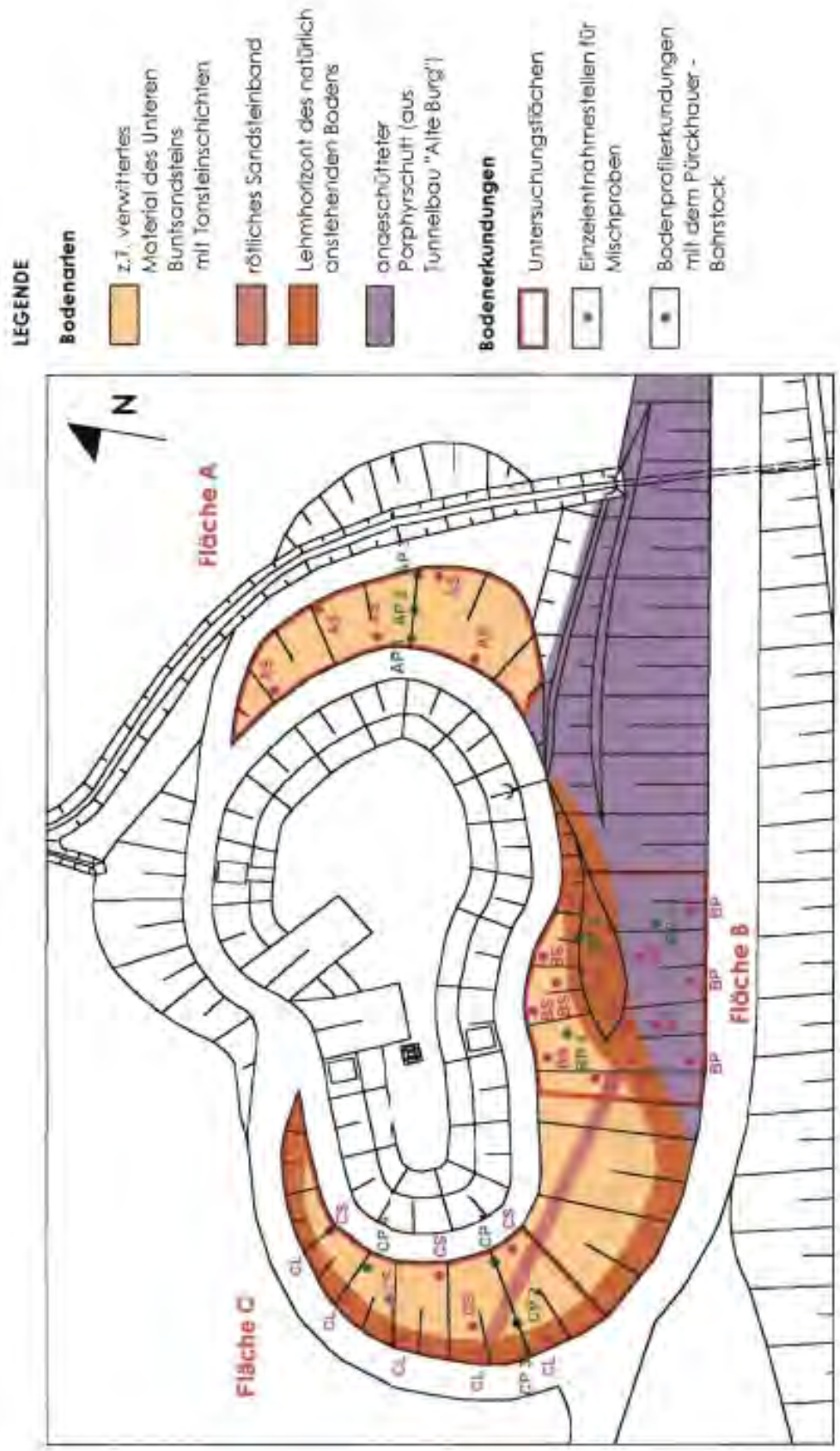


Abbildung 4 : Bodenerkundungen auf den Begrünungsflächen am RRB
(Stand April 2001)

(Grundlage: Karte des Planfestellungsverfahrens, DEGES, M 1:5000, verändert)

Pürckhauer – Bohrungen unterzogen (siehe Anhang 2: Abbildungen 18-23, Tabellen 30-34).

- *Korngrößen-Bestimmung mittels Nasssiebung*

Dabei werden die Bodenfraktionen der Größen 0,063 bis 20 mm im Nassverfahren durch Siebung getrennt und anteilmäßig bestimmt ([46], SCHLICHTING, BLUME & STAHR, 1995). Die Darstellung erfolgt in einem Korngrößen – Diagramm (siehe Anhang 2: Abbildungen 1-11, Tabellen 1-11). Alle entnommenen Mischproben wurden mit dieser Methode untersucht.

- *Korngrößen-Bestimmung mittels Schlämmanalyse*

Die Schlämmanalyse, auch als Pipettmethode nach KÖHN 1928, bzw. ISO/CD 11277 modifiziert, diente der Trennung der Ton- und Schlufffraktionen (< 0,063 mm), was bei der Nasssiebung nicht möglich ist ([46], SCHLICHTING, BLUME & STAHR, 1995). Diese Methode wurde nur für die Mischproben BL, BP und BS der Begrünungsflächen der Begrünungsflächen am RRB durchgeführt, um diese Substrate als repräsentative Proben der vorkommenden Bodenarten genauer zu analysieren.

- *Bodenprofilerkundungen*

Eine Erkundung der Bodenschichten und ihren Mächtigkeiten wurde mit dem Pürckhauer – Bohrer (1 m Länge) durchgeführt. Anhand der Ergebnisse konnten Schichtarten, deren Mächtigkeit und die Horizontabfolge festgestellt werden. Die Untersuchungsstellen sind in der Abbildung 4 verzeichnet, die Ergebnisse im Anhang 2, Abbildungen 18 – 23 dargestellt.

- *Bestimmung der Bodenfarben*

Um Farben der Bodenhorizonte und Bodenarten damit beschreib- bzw. vergleichbar zu machen, wurden die geeichten Farbtafeln „Munsell Soil Color Charts“ verwendet ([37], 1994). Die Festlegung der Bodenfarben erfolgte für alle Mischproben und das Material der Pürckhauer – Bohrungen (siehe Anhang 2, Tabellen 30-34).

- *Bestimmung der Ausroll – und Fliessgrenzen*

Die Wassergehalte der Böden an der oberen Grenze (Fliessgrenze) des Plastizitätsbereiches werden mit dem Fliessgrenzenapparat nach Cassagrande ermittelt. Mit jeder Bodenprobe wurden drei Versuche mit unterschiedlichem Wassergehalt durchgeführt. Die untere Grenze (Ausrollgrenze) wird mit einfachen manuellen Ausrollversuch (fünf mal je Bodenprobe, da starke Streuung der Ergebnisse) bestimmt. Diese Grenzen nennt man auch Atterberg`sche Grenzen ([33], MEYER, 1998). Die Parameter wurden nur für die erkennbar bindigen Mischproben BP, BL und CL der Begrünungsflächen ermittelt. Bei den sandigen Mischproben AS, BS und CS der Begrünungsflächen und den Mischproben der Gewinnungsflächen wurde auf diese Untersuchungsmethoden verzichtet, weil erstens die sandigen Mischproben aufgrund ihrer ungenügenden Bindigkeit keine sinnvollen Ergebnisse gebracht hätten, und weil zweitens die Frage nach dem Fliessverhalten der gewachsenen Böden der Gewinnungsflächen nicht relevant war. Zwar kann anhand der Fliessgrenze w_L und der Plastizitätszahl I_P auch die Bodenart der Probe bestimmt werden, doch erschien die Feststellung der Bodenart anhand der Fingerprobe und den Nasssiebungen als ausreichend.

- *Bestimmung von Trockenlagerungsdichten, Porenvolumina und Wassergehalten*

Diese Parameter werden mit der Stechzylindermethode ermittelt. Dazu wurden Schürfgruben mit 0,3 m Tiefe erstellt. Mit den Stechzylindern wurden ungestörte Bodenproben aus den Bodenschichten entnommen. Wiegen, Trocknung und Fehlvolumenbestimmung waren die notwendigen Arbeitschritte im Labor ([50], SCHWARICK & MÜLLER, 1997). Die Stechzylindermethode wurde nur auf den Gewinnungsflächen durchgeführt, auf den Böschungen der Begrünungsflächen wurde darauf verzichtet, da es sich größtenteils um Rohböden handelt, die aus dem anstehenden Unteren Buntsandstein durch Verwitterungsvorgänge entstanden sind. Durch die plattige Schichtung von Sandstein und Tonstein an der Oberfläche, die unterschiedlichen Verwitterungsstadien und –tiefen, außerdem der Einspülung und Vermischung verschiedener Bodenarten, -horizonte und

aufgeschütteter Erdstoffen hätten sich sehr inhomogene, nicht vergleichbare Ergebnisse gezeigt.

- *Bestimmung der Carbonatgehalte*

Die Carbonatgehalte der Böden wurden mit dem Scheibler – Apparat (volumetrische Messung von freigesetztem CO_2) ermittelt. Da eine Streuung der Werte auftritt, wurden je Bodenprobe drei Bestimmungen durchgeführt ([50], SCHWARICK & MÜLLER, 1997). Diese Analyse wurde für alle Mischproben durchgeführt.

- *pH – Werte der Böden*

Die Bestimmung der pH – Werte erfolgte potentiometrisch mit einer pH - empfindlichen Elektrode und einem Messverstärker (pH – Meter) im Labor ([50], SCHWARICK & MÜLLER, 1997). Diese Bestimmung wurde für alle Mischproben durchgeführt.

- *Humusgehalte*

Da die Bodenproben keinen oder wenig Kalk enthielten (siehe Anhang 2, Tabellen 15-25), konnte der Humusgehalt durch Verbrennung im Sauerstoffstrom bestimmt werden. Beim Verglühen des Humus wird Kohlendioxid gebildet, dieses wird in Kalilauge umgesetzt, die Menge des Volumenverlustes wird dadurch ermittelt ([50], SCHWARICK & MÜLLER, 1997). Auch diese Methode wurde für alle entnommenen Mischproben durchgeführt.

- *Nährstoffgehalte (Kalium, Phosphor, Stickstoff)*

Der Gesamt - Stickstoffgehalt (N_t)der Böden wurde nach der Methode von KJELDAHL ermittelt, welches eine titrimetrische Messung der gebildeten Ammoniumionen beinhaltet. Die Kalium -und die Phosphorkonzentration der Böden wurden mittels CAL – Extraktion (mit pH – Wert 4,1 gepufferter CAL – Lösung) bestimmt ([50], SCHWARICK & MÜLLER, 1997). Diese Parameter wurden für alle Mischproben festgestellt.

- *K_f – Werte, Luftkapazitäten, nutzbare Feldkapazitäten, Feldkapazitäten, Durchwurzelungstiefen und durchschnittliche KAK_{pot}.*

Diese Parameter wurden im Anhang „abgeleitete Bodeneigenschaften“ genannt, da sie nicht durch Versuche im Labor bestimmt wurden, sondern auf Tabellen der „Bodenkundlichen Kartieranleitung“ ([1] AG BODEN, 1994) unter Verwendung ermittelter Werte zurückgeführt wurden. Einige der genannten Parameter mussten aufgrund der besonderen Standortverhältnisse eingeschätzt werden, zu einigen konnten keine Angaben gefunden werden (siehe Anhang 2, Tabellen 30-34). Die Gründigkeit wurde nach Angaben von SCHLICHTING, BLUME & STAHR ([46], 1995) eingestuft.

➢ ***Ökologische Beurteilung***

Begrünungsflächen am RRB: die sandigen Substrate (Proben AS, BS, CS), (Anhang 2, Tabellen 30-32)

Die Flächen des verwitternden Unteren Buntsandsteins sind flachgründig, da erst durchschnittlich 3 dm gelockert wurden. Da es sich um ein sehr weiches Gestein handelt, wird die Verwitterung schnell voran schreiten. Die sandigen Standorte (Proben AS, BS, CS) haben nur eine geringe nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes – einmal aufgrund ihrer Flachgründigkeit, andererseits wegen der schlechten Wasserspeicherfähigkeit des sandigen Substrates. Der Sand hat einen durchschnittlichen Ton- und Schluffanteil von nur ca. 20 %. Dieser Anteil variiert aber durch die Schichtigkeit des Untergrundgesteines standörtlich stark, durch die Tonsteineinlagen bedingt. Die sandigen Substrate besitzen hohe Luftkapazitäten, sie können sich deshalb und aufgrund ihrer geringen Wasserspeicherfähigkeit sehr schnell erwärmen und ebenso wieder stark abkühlen. Aus diesem Grunde sind sie tages- und jahreszeitlich bedeutenden Temperaturschwankungen unterlegen bei gleichzeitigem Wassermangel, was zusätzlich noch durch die Expositionen der Flächen verschärft wird. Es besteht Nährstoffmangel durch die geringe Verfügbarkeit und Nachlieferbarkeit des Unteren Buntsandsteins. Der Mangel wird noch verstärkt durch die sauren bis stark sauren pH – Werte und die fast völlige Kalkfreiheit der Substrate. Durch diese Verhältnisse können kaum Nährstoffe pflanzenverfügbar mobilisiert oder gebunden werden – sie werden ausgewaschen. Das Fehlen von Humus ist charak-

teristisch für Rohböden. Die Erodierbarkeit der sandigen Standorte konnte als gering eingestuft werden .

Begrünungsflächen am RRB: die lehmigen Substrate (Proben BL, CL), (Anhang 2, Tabellen 31-32)

Die bindigeren Bodenschichten sind tiefgründig, es handelt sich dabei um die ehemaligen Ah – Horizonte der sauren Braunerde. Die lehmigen Substrate (Proben BL, CL) haben eine mittlere pflanzenverfügbare Wassermenge aufzuweisen, sie können durch ihre hohen Anteile von Ton und Schluff (ca. 30 – 50%) viel Wasser binden, von der aber nur etwa die Hälfte pflanzenverfügbar ist durch die hohe Bindungskraft der Tonteilchen. Schon bei 20-30 % Wassergehalt können die Böden ins Fliessen geraten. Der Wasserhaushalt ist unausgeglichen - der Oberboden kann bei wenig Niederschlägen stark austrocknen, kann aber auch viel Wasser binden und so wasserstauend wirken. Dadurch entstehen frische Standorte, die sich am Hang als Vernässungen zeigen (siehe Kapitel 3.2.3). Der Lufthaushalt ist als mittel einstufbar, d.h. 6,5-8 % der Poren sind luftgefüllt (weil > 50 μm). Die lehmigen Substrate erwärmen sich nicht so stark und schnell wie die Sande, sie sind weniger Temperaturschwankungen ausgesetzt, weil sie feuchter sind. Der Nährstoffhaushalt ist ebenso niedrig, wie bei den Sanden. Die Fähigkeit Nährstoffe zu binden und freizusetzen ist zwar günstiger durch den hohen Tonanteil, wird aber durch die mittel sauren pH – Werte und den Kalkmangel herabgesetzt. Humus wurde nicht nachgewiesen und wird vermutlich nur in der obersten, wenige Zentimeter starken Schicht (ursprünglicher Ai – Horizont) vorhanden sein. Die Erodierbarkeit ist als mittel eingestuft worden (siehe auch Kapitel 3.2.3).

Begrünungsflächen am RRB: der Porphyrschutt (Probe BP), (Anhang 2, Tabelle 31)

Die Aufschüttung mit Porphyrschutt (Probe BP) ist von der Bodenart abgeleitet als mittelgründig einzustufen, er hat immerhin eine mittlere pflanzenverfügbare Wassermenge aufzuweisen. Der Porphyrschutt hat zwar einen vergleichsweise geringen Tonanteil (ca. 8%), kann aber viel Feuchtigkeit im Untergrund bewahren, die durch oberflächennahe, luftgefüllte Poren isoliert und durch den hohen

Steinanteil an der Oberfläche vor Verdunstung geschützt wird. Die Luftkapazität ist mit 9% als mittel einzuordnen. Der Porphyr fiel beim Bau des Tunnels „Alte Burg“ in unmittelbarer Nähe des RRB`s an: er wurde aus dem Gebirge herausgesprengt und anschließend zerkleinert auf Durchmesser von ca. 0 bis 400 mm und größer. Beim Tunnelbau wird unter anderem Spritzbeton zur Stabilisierung des Gebirges verwendet, der sich bei den Arbeitsvorgängen mit dem gesprengten und zerkleinertem Steinmaterial z.T. vermischt (KROPP, mdl., siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 7). Da der Spritzbeton Kalk enthält, erklärt sich somit der neutrale pH – Wert der Bodenprobe. Man kann aber davon ausgehen, dass die pH – Werte standörtlich variieren, da sich der Spritzbeton nicht gleichmäßig mit dem Porphyrschutt vermengt hat. Die Fraktionen des Tons und Schluffes entsprechen vermutlich dem Feinmaterial, was beim Mahlen des Gesteines entstanden ist: Stäube, die zwar die Größe von Tonteilchen besitzen, aber nicht alle physikalischen und chemischen Eigenschaften. Die Nachlieferung von Nährstoffen aus dem Gestein selbst wurde als gering bis mittel eingestuft ([46], SCHLICHTING, BLUME & STAHR, 1995, S. 62), die ermittelten geringen Nährstoffgehalte bestätigen das. Humus ist nicht vorhanden. Die Erodierbarkeit des Materials ist als hoch eingestuft worden, im Gelände konnten jedoch kaum Spuren von Verlagerungsvorgängen kartiert werden.

Gewinnungsfläche I: Proben P1, P2, P4, (Anhang 2, Tabelle 33)

Bei diesem gewachsenen, ungestörten Boden ist eine Horizontierung der Bodenschicht deutlich ablesbar (siehe Anhang 2, Abbildungen 21-22), er kann als mittelgründig eingestuft werden. Die durchwurzelte Schicht ist ca. 15 – 30 cm mächtig. Am Punkt P2 wurden andere Verhältnisse vorgefunden, da es sich um einen ehemaligen Fahrweg handelt, der stark verdichtet ist, hier ist der Anteil an Sand und Grus bedeutend höher als in den benachbarten Flächen. Der durchwurzelbare Horizont ist dementsprechend geringmächtiger. Die Fläche kann, mit Ausnahme des ehemaligen Weges als frischer Standort eingeschätzt werden. Zwar besteht auch hier kein Grundwasseranschluss, aber der Boden kann das Niederschlagswasser relativ gut speichern, er besitzt eine geschätzte mittlere nutzbare Feldkapazität. Die Lage am Wald führt zu Verschattungen, die die Verdunstung durch Strahlung und Lufterwärmung herabsetzt, dadurch und

wegen der Vegetationsschicht sind starke Temperaturschwankungen nicht zu vermuten. Der Nährstoffhaushalt zeugt von einem relativ mageren Standort. Der Stickstoffkreislauf ist an solchen Standorten in sich geschlossen, so dass die Bodenreserven sehr gering ausfallen, obwohl mehr Stickstoff im Umlauf ist. Die pH – Werte sind stark bis mittel sauer, da aufgrund des Untergrundgesteins auch hier fast kein Kalk enthalten ist. Der Boden ist mittel bis stark humos. Wobei allerdings die Einschränkung gemacht werden muss, dass im Probenmaterial ein gewisser Anteil an feinen Wurzeln vorhanden war, der zur Bestimmung nicht völlig entfernt werden konnte, so dass der Humusgehalt etwas niedriger eingeordnet werden sollte – etwa im mittleren Bereich.

Gewinnungsfläche II, Proben P3, P4, (Anhang 2, Tabelle 34)

Die Bodenuntersuchungen ergaben ähnliche Ergebnisse wie auf der Fläche I. Der Boden ist, abgeleitet von der Bodenart, sehr tiefgründig. Der Ah – Horizont wird von der Bodenart mittel toniger Lehm gebildet, mit einem Ton- und Schluffanteil von ca. 50 %. Die Fläche kann ebenfalls als frisch und relativ nährstoffarm beurteilt werden. Die Luftkapazitäten sind gering (ca. 4 %). Zwar ist die Feldkapazität hoch (45%), die pflanzenverfügbare Wassermenge ist aber im mittleren Bereich einzuordnen (14,5%), durch die hohen Tonanteile und ihre Bindekraft von Wasser. Die Verschattung durch Wald ist auf dieser Fläche kaum von Bedeutung, so dass eine höhere Erwärmung und Verdunstung als auf der Fläche I zu vermuten ist und damit etwas trockenere Verhältnisse. Die Nährstoffkonzentrationen und –verhältnisse gleichen der Fläche I, obwohl hier ein etwas höherer Phosphorgehalt nachzuweisen war (siehe Anhang 2, Tabelle 34).

3.2.2 Klima

Die standörtlichen Klimagrößen beeinflussen ganz entscheidend die Bedingungen für Pflanzenwachstum und –entwicklung. Besonders die Herausarbeitung von Unterschieden der drei Expositionen der Begrünungsflächen, können bei der späteren Beurteilung der Vegetationsentwicklung nach der Ansaat mit Heumulch wichtige Hinweise und Begründungen liefern.

➢ ***Methodik***

In dem relativ kurzen Untersuchungszeitraum konnten nur Methoden angewendet werden, die zeitlich, vom Aufwand und den zur Verfügung stehenden Geräten her akzeptabel waren. Für die Klimagrößen Niederschlag und Wind wird an dieser Stelle auf die Aussagen im Kapitel 3.1.6 verwiesen.

- *Temperaturmessung mit Tinytalks*

Auf den drei Expositionen (Nord, West und Ost) wurden direkt über der Erdoberfläche Tinytalk – Messgeräte für die Zeit vom 29.05. bis 25.06. 2001 installiert (siehe Abbildung 5), auf gleicher Geländehöhe und auf sandigem Untergrund. Sie wurden mit Edelstahlabdeckungen vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt (siehe Anhang 1, Abbildung 10). Das Messprinzip ist die Widerstandsmessung, die Geräte können bis zu 1800 Werte messen und speichern, die zeitlichen Intervalle sind programmierbar. In diesem Fall wurden alle 12 Minuten die Temperaturen gemessen, bei dem Messfühler auf der nordexponierten Fläche B war die Feuchtemessung integriert. Nach den ersten zwei Wochen wurden die Daten abgerufen und die Tinytalks neu gestartet.

- *Verschattungsermittlung mit dem Horizontoskop nach TONNE*

Am 10. Mai wurden auf den drei Expositionen, an den gleichen Stellen, an denen die Tinytalks installiert wurden, die Verschattungsverhältnisse mit dem Horizontoskop ermittelt. Das Gerät wird auf einem Stativ horizontal aufgebaut und mit dem integrierten Kompass eingenordet. Das Horizontoskop selbst besteht aus einer Plexiglashalbkugel , die einen ebenen, auch durchsichtigen Boden besitzt. Dabei spiegeln sich auf der Halbkugel bei der Betrachtung von oben verschattende Objekte (Wald, Böschungen, Dämme) in Zentralprojektion ab. Die Umrisse dieser Objekte werden von unten auf eine unter der Plexiglashalbkugel befestigte Folienscheibe gezeichnet. Die so dokumentierten Verschattungen werden auf eine Diagrammscheibe aufgelegt (siehe Anhang 3, Abbildungen 1-3). Mit Hilfe des Diagrammes lassen sich Verschattungen und Besonnung der Flächen im Jahres- und Tagesverlauf ablesen ([67], Städtebauliche Klimafibel, 1995).

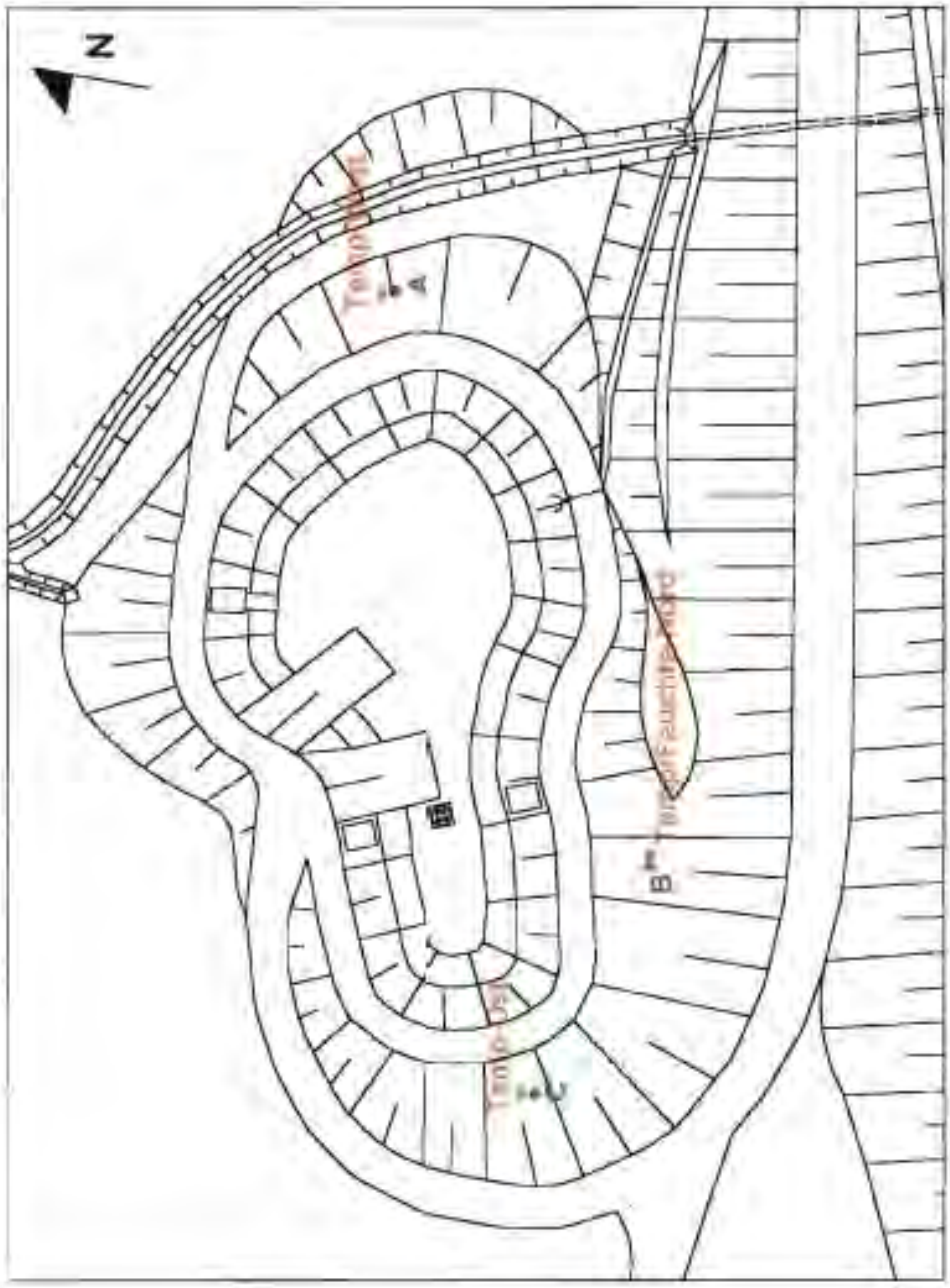


Abbildung 5: Untersuchungen zur Erfassung der lokalen Klimaverhältnisse (Stand Mai 2001) M 1:1000

(Grundlage: Karte des Planfeststellungsverfahrens, DEGES, M 1:5000, verändert)

Auswertung

- *Temperaturmessung mit Tinytalks*

Diese Messreihe kann für die Standorte nur bedingt aussagekräftig sein. Eine Messung im Frühjahr – der Jahreszeit, in der die Startbedingungen für die Vegetationsentwicklung gegeben werden, wäre günstiger gewesen, ebenso wie ein längerer Zeitraum. Temperaturunterschiede im Frühjahr von 5 – 10 °C können zwischen den Expositionen können dabei entscheidend sein. Und doch sind einige wesentliche Unterschiede zwischen den drei Messstellen auf den verschiedenen Expositionen erkennbar. Anhand des Temperaturverlauf – Diagramms (siehe Anhang 3, Abbildung 4) und des Diagramms mit dem Mittleren Tagesverlauf der Temperatur (siehe Anhang 3, Abbildung 5) und der Ergebnisse der Tabelle 1, lassen sich folgende Erkenntnisse festhalten:

- Die nordexponierte Fläche B hat wesentlich niedrigere Temperaturen im Durchschnitt, der Maximumwert ist fast 10 Kelvin niedriger als die Werte der Flächen A und B. Die Standardabweichung zeigt im Vergleich zu den anderen Flächen geringere Temperaturschwankungen im Tagesverlauf an.
- Die ostexponierte Fläche C und die westexponierte Fläche A haben ein ausgewogeneres Verhältnis zueinander, es ist gut erkennbar dass sich nach Sonnenaufgang die Fläche A zuerst erwärmt und ihr Tagesmaximum früher erreicht als Fläche C.
- Eine Erscheinung die öfter, aber nicht regelmäßig auftritt, ist die größere Abkühlung der ostexponierten Fläche C über Nacht, der Unterschied zur Fläche A beträgt immerhin 0,3 Kelvin. Das lässt nur die Vermutung zu, dass dort eventuell ein zeitweise stärkerer Windeinfluss höhere Verdunstungskälte erzeugt.

Tabelle 1 : Durchschnittswerte der Temperaturmessungen mit Tinytalks vom 29.05 bis 25.06.2001

	Fläche A westexponiert	**Fläche B nordexponiert**	**Fläche C ostexponiert**
Minimumwert [°C]	3,5	3,9	3,5
Mittelwert [°C]	14,0	14,1	14,4
Standardabweichung	6,4	6,0	6,7
Maximumwert [°C]	43,7	32,6	41,9

- *Verschattungsermittlung mit dem Horizontoskop nach* TONNE

Die Diagrammauswertungen (siehe Anhang 3, Abbildungen 1-3) zeigten, dass sich Unterschiede in den Verschattungen in den Herbst- und Wintermonaten von Oktober bis Februar ergeben. In diesem Zeitraum liegt die nordexponierte Fläche B durch den Autobahndamm im Schatten – im Gegensatz zu den west- und ostexponierten Flächen A und C. Diese Tatsache kann Auswirkungen auf die Vegetation haben. Auf der Fläche B werden die Temperaturen im Herbst und Winter am niedrigsten sein, da die Oberfläche nicht direkt bestrahlt wird. Schnee, Reif und Tau bleiben länger liegen, der Frost wirkt stärker ein. Die Verhältnisse sind feuchter als auf den Flächen A und B.

3.2.3 Erosion

Erosion als natürlicher Vorgang der Bodenumlagerung durch die Größen Wasser, Wind, Verwitterungsvorgänge und mechanische Einwirkungen, ist besonders auf den noch unbegrünten, ungeschützten Rohbodenböschungen ein großes Problem, das bis zur Zerstörung dieser Bauwerke führen kann. Eine Bodenerosionskartierung diente der Erfassung des aktuellen Zustandes der Flächen und der Erkennung von Problemen. In diesem Fall kann sie zur späteren Bewertung der Wirksamkeit der Begrünungsmaßnahmen hinzugezogen werden. „Die Bodenerosion durch Wasser ist ein Prozess, der die Ablösung von Stoffen, deren Transport und die Ablagerung der abgelösten und transportierten Stoffe umfasst“ ([10], DVWK – Merkblatt 239, 1996). Eine Kartierung der Bodenerosion muss also diese drei Vorgänge systembezogen darstellen. Das beinhaltet auch die Aufzeichnung von naturbedingten und anthropogen bedingten Strukturen

in der Landschaft. Deshalb spricht man auch von einem „Bodenerosionssystem“. Der Prozess endet mit dem Erreichen des Vorfluters ([10], DVWK – Merkblatt 239, 1996).

- ***Methodik***

Mit dem Maßstab 1 : 1000 wurde der sehr kleine Ausschnitt des RRB kartiert. Es ist nicht sinnvoll einen kleineren Maßstab zu wählen, da der Anspruch der Bodenerosions*system* – Erfassung sonst nicht mehr erfüllt werden kann. Die Legende und die Symbolik wurden dem DVWK – Merkblatt 239 ([10], 1996)entnommen und entsprechend den standörtlichen Gegebenheiten zusammengestellt. Die Kartierungen wurden im Juni an 2 Tagen durchgeführt. Wichtig war es dabei, die Böschungsflächen einige Tage nach einem Regenereignis zu betrachten, weil dann vor allem Hangnässe sichtbar und die Wege des Wassers gut zu verfolgen waren.

- ***Auswertung***

Durch die starke Neigung der Flächen (25 – 30°) und die ungeschützte Erdoberfläche findet auf fast allen Bodenarten der zu begrünenden Böschungen eine flächenhafte Erosion statt. Sie sind hauptsächlich an den Akkumulationen auf dem Umfahrungsweg zu erkennen und an Kleinstrillen (< 2 cm) in den Flächen. Die flächenhafte Erosion ist geländemorphologisch von den Zuwegungen begrenzt. Auffällig ist, dass auf den Porphyrschuttflächen keinerlei Anzeichen von flächiger Erosion zu erkennen sind, obwohl zu vermuten ist, dass auch dort feine Bodenpartikel abwärts verlagert werden, was aber durch die grobe Körnung des Materials nicht sichtbar wird. An linearen Abtragungsformen sind Rillen (Tiefe 2 – 10 cm) und Rinnen (Tiefe 10 – 40 cm) vorhanden. Es dominieren die Rillen. Rinnenartige Abschnitte bildeten sich nur dort aus, wo Wasser den gewachsenen Lehmhorizont erodiert. In diesen Bereichen wurden Tiefen von 24 bis 35 cm gemessen. Sobald das Wasser in den Bereich des verwitterten Sandsteins trifft, verringert sich die Erosionstiefe auf < 10 cm. Das begründet sich mit den verschiedenen Erosionsanfälligkeiten der Bodenarten (siehe Anhang 2, Tabellen 30-34) und damit, dass der Wasserandrang sich im Verlaufe der Böschungslän-

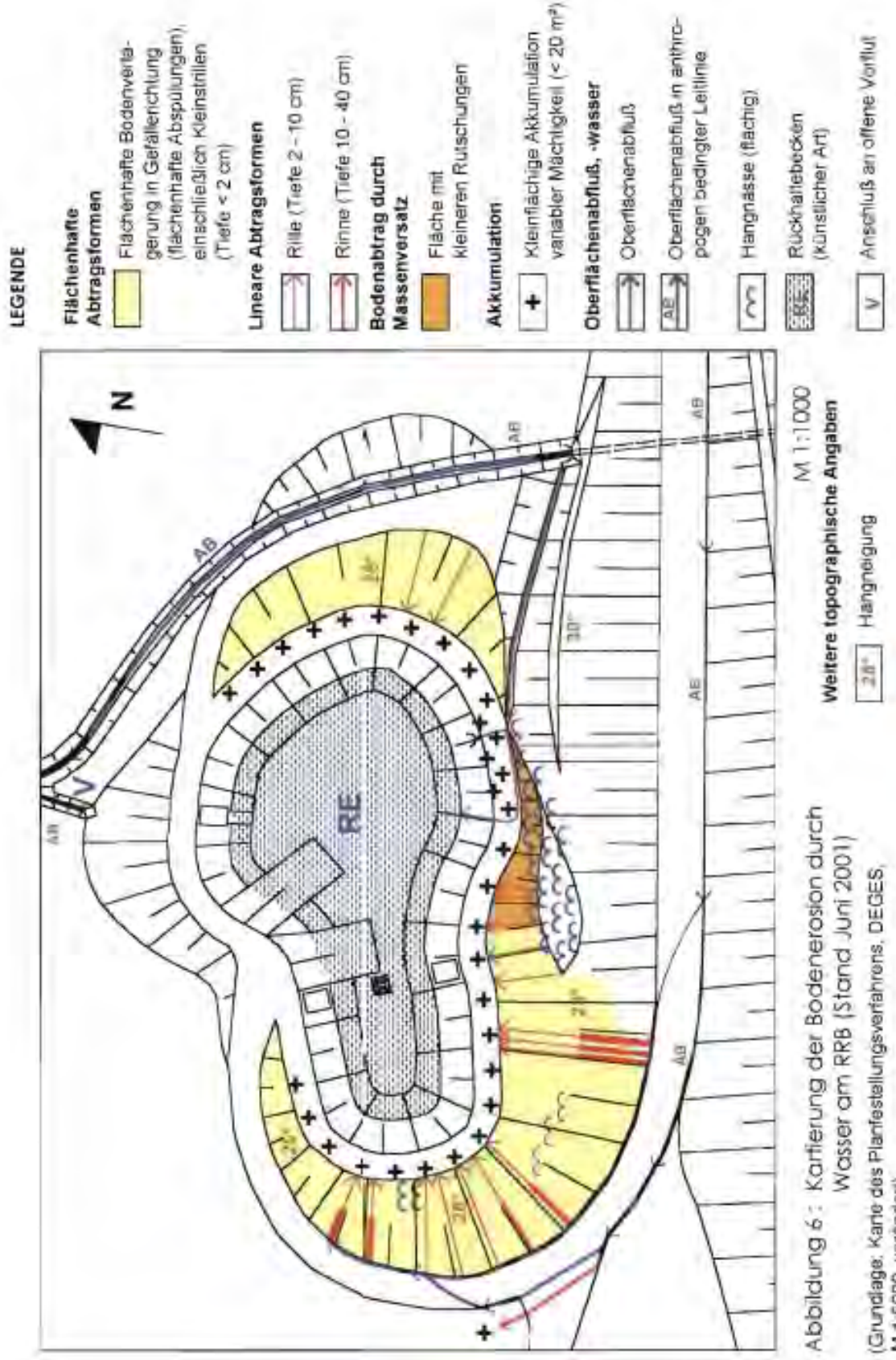


Abbildung 6: Kartierung der Bodenerosion durch Wasser am RRB (Stand Juni 2001)

(Grundlage: Karte des Planfestellungsverfahrens, DEGES, M 1:5000, verändert)

ge verringert und so auch die Erosionsenergien des Wassers. Ein Bodenabtrag durch Massenversatz ließ sich nur in einem Bereich beobachten, wo es zu kleinflächigen Bodenrutschungen kam. Es handelt sich um die Zone des gewachsenen Lehmhorizontes der Bodenart mittel sandiger Lehm. Dieser kohäsive Boden (Tonanteil ca. 25%, Schluffanteil 37,5%) kann sehr viel Wasser aufnehmen, fängt aber ab 32,7 % Wassergehalt an zu fließen. Die Ablagerung der gelösten Bodenpartikel erfolgt hauptsächlich auf dem Umfahrungsweg des RRB. Diese Akkumulationen sind kleinflächig (< 20 m²) und variieren in ihren Mächtigkeiten, die aber eine Tiefe von 10 cm nicht überschreiten. Das Oberflächenwasser fließt entweder in anthropogen bedingten Leitlinien (Gräben) ab, oder über Wege, die die Geländemorphologie schafft. Als anthropogen bedingte Leitlinien ließen sich die Abflussmulde am Zufahrtsweg (nicht befestigt) und die Grabenabschnitte zum Wirrbach (nicht befestigt) definieren. Die anderen verzeichneten Oberflächenabflüsse ergeben sich aus den bisher z.T. unzulänglichen, baustellenbedingten Entwässerungsmaßnahmen der Fahrwege und Böschungsfüße. Das begründet sich auch damit, dass die Baustelle des RRB zum Kartierungszeitpunkt noch nicht abgeschlossen war. Die flächigen Hangnässestellen sind vor allem im Bereich der verbliebenen Insel der ehemaligen Feuchtwiese im nordexponierten Hang zu finden. Das erklärt sich durch die schon erläuterten Bodenarteigenschaften. Außerdem lässt sich vermuten, dass Sickerwasser des geschütteten Porphyrschutthanges auf diesem Lehmhorizont gestaut und so wieder an die Oberfläche geleitet wird. Staunässe ließ sich auch über dem gut sichtbaren rötlichem Sandsteinstreifen im nordostexponierten Hang erkennen. Die Sandsteinschicht wirkt an dieser Stelle durch ihre geringere Durchlässigkeit als Wasserstauer. Der Porphyrschutt ist kaum erosionsgeschädigt, betrachtet man jedoch die im Süden gelegene Böschung des Autobahndammes, die aus dem gleichen Material besteht, lassen sich dort große Schäden durch Erosion feststellen. Anscheinend ist hier die Wirksamkeit der Entwässerungsmaßnahmen an der Böschungsschulter ausschlaggebend

3.2.4 Vegetation

Es wurden folgende Vegetationsuntersuchungen vorgenommen:

- Vegetationsaufnahmen und Reifegrad – Untersuchungen auf den Gewinnungsflächen I und II,
- Spontanvegetations - Aufnahmen auf den Begrünungsflächen am RRB,
- teilweise Aufnahme der Kontaktvegetation der Begrünungsflächen am RRB.

Diese Aufnahmen wurden größtenteils im Juni durchgeführt, einige auch noch im Juli 2001.

3.2.4.1 Vegetation der Gewinnungsflächen

Die Vegetationsaufnahmen auf den Gewinnungsflächen trafen folgende Aussagen:

- Pflanzenartenzusammensetzung auf den Flächen I und II,
- welche Gräser und Kräuter Samenreife erreicht haben und im Heumulch enthalten sein werden (siehe Kapitel 3.5.1),
- Festlegung des günstigsten Mahdzeitpunktes der Heumulchgewinnung (siehe Kapitel 3.4.1).

➢ ***Methodik***

Auf den Gewinnungsflächen I und II, die jeweils ca. 0,6 ha groß waren, wurden jeweils 4 Probeflächen angelegt. Die Größe einer Probefläche betrug 25 m² (5 x 5 m). Die Anordnung ist auf den Abbildungen 7 und 8 dargestellt. Die Größe richtete sich hierbei nach der Homogenität der Vegetation, die bei den Gewinnungsflächen relativ groß war. Die Probeflächen liegen in unmittelbarer Nähe zu den Stellen der Bodenuntersuchungen. Es wurden die Arten und ihre Deckungsgrade bestimmt. Dabei sind in den Erfassungstabellen folgende Abkürzungen und Zeichen nach BRAUN – BLANQUET verwendet worden:

<u>Deckungsgrade</u>

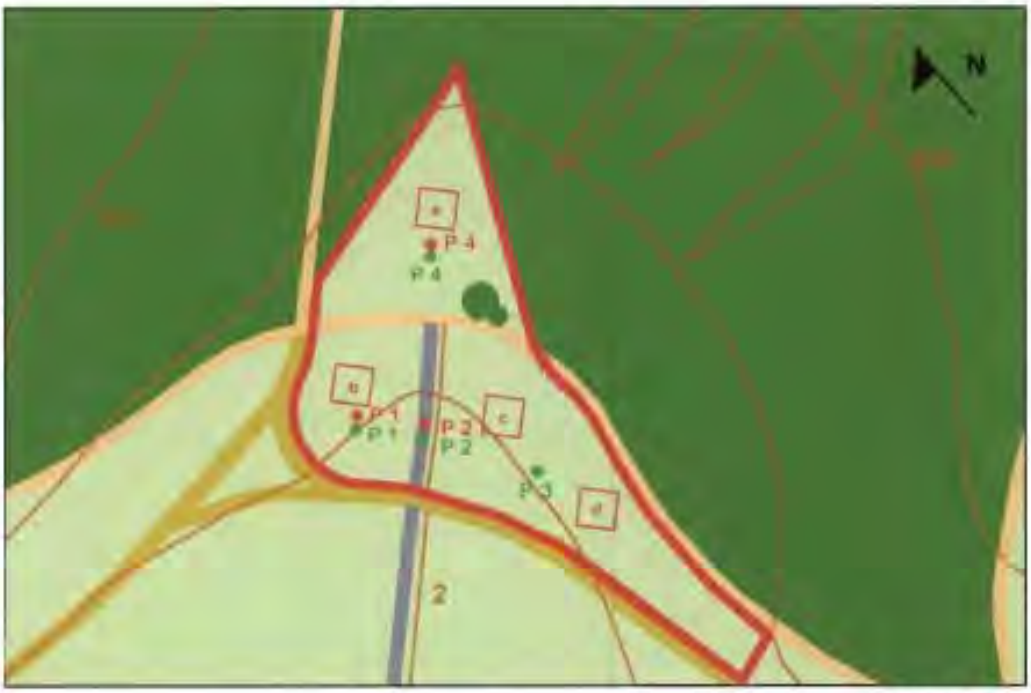
R äußerst spärlich mit geringem Deckungsgrad, ca. 1 bis 5 Individuen

\+ spärlich mit geringem Deckungsgrad, ca. 5 bis 10 Individuen

1 reichlich mit geringem Deckungsgrad oder spärlich mit Deckungsgraden < 5 %

2 5 bis 25 % der Gesamtfläche deckend

3 25 bis 50 % der Gesamtfläche deckend



maßstabslos

Vegetation

- Wald
- Baumgruppe
- Grasland

Vegetationsuntersuchungen
(nach BRAUN - BLANQUET)

- Gesamtuntersuchungsfläche
- Vegetationsaufnahmen in Probeflächen ( )e 25 m²)

Wege

- Hauptweg
- Nebenweg
- ehemaliger Weg

Bodenerkundungen

- Schürfgruben / Entnahmestellen von Mischproben
- Bodenprofilerkundungen mit dem Pürckhauer - Bohrstock

Relief

- 500 Höhenlinie
- Böschung mit relativer Höhenangabe

Abbildung 7 : Fläche I - Nutzungen, Lage der repräsentativen Vegetationsaufnahmen und Bodenerkundungen

(Grundlage: Topographische Karte, M-32-46-D-c-1, M 1:10000, verändert)

maßstabslos

LEGENDE

Vegetation

- Wald
- Baumgruppe
- Grasland
- nasse Stelle

Wege

- Hauptweg
- Nebenweg

Gewässer

- temporär wasserführender Bach

Relief

- 500 Höhenlinie

Vegetationsuntersuchungen
(nach BRAUN - BLANQUET)

- Gesamtuntersuchungsfläche
- Vegetationsaufnahmen in Probeflächen (je 25 m²)

Bodenerkundungen

- Entnahmestellen von Mischproben
- Bodenprofilerkundungen mit dem Pürckhauer - Bohrstock

Abbildung 8 : Fläche II - Lage der repräsentativen Vegetationsaufnahmen und Bodenerkundungen

(Grundlage: Topographische Karte, M-32-46-D-c-2, M 1:10000, verändert)

4 50 bis 75 % der Gesamtfläche deckend

5 Deckungsgrade > 75 %

Um die Reifegrade der Gräser und Kräuter zu dokumentieren, wurden folgende Symbole in den Erfassungsprotokollen verwendet:

Reifestadien

- noch nicht blühend
* blühend
** verblühend
*** reifend
**** reif/ausfallend

Die Reifestadien wurden an drei Terminen im Juni erfasst, die den Tabellen 1-10, Anhang 4 vermerkt sind.

- ***Auswertung***

Beide Gewinnungsflächen wiesen ein ähnliches Artenpotential auf, welches sich hauptsächlich in den Dominanzen einzelner Arten unterschied. Offensichtlich war die Dominanz von *Holcus lanatus* auf den Flächen I und II. Weiterhin prägten das Bild von Fläche I *Agrostis capillaris, Poa pratensis, Rumex acetosa, Veronica chamaedrys, Alopecurus pratensis* und *Stellaria graminea*. Auffallend war ein Saum zum Waldrand und zum Wegesrand hin, die von Arten wie unter anderem *Campanula patula, Potentilla anserina* und *Leucanthemum vulgare* geprägt wurde. Die Gewinnungsfläche II war sehr viel homogener. Gräser in unterschiedlichen Dominanzen, wie *Agrostis capillaris, Festuca rubra, Trisetum flavescens* und *Poa pratensis* kennzeichneten den Bestand. Man kann beide Flächen als frisches Grünland bezeichnen, die viele Arten der Fettweiden beinhalten, aber auch Magerkeitsmerkmale aufweisen (siehe Anhang 4, Tabellen 1-10, Anhang 5, Tabellen 1-3). Die Reifegradbestimmungen wurden graphisch in der Abbildung 9 dargestellt. Die Reifegrade unterschieden sich bei den einzelnen Arten der Gewinnungsflächen nicht wesentlich. Insgesamt kann eine andeutungsweise schnellere Reifung der Pflanzenarten auf der Fläche II verzeichnet werden (z.B. bei *Cerastium holosteoides, Alopecurus pratensis, Festuca rubra).*Einzelne Arten widersprechen diesem Trend: *Geranium pratense, Anthriscus sylvestris*. Zusammenfassend wurde festgestellt, dass beide Flächen zum sel-

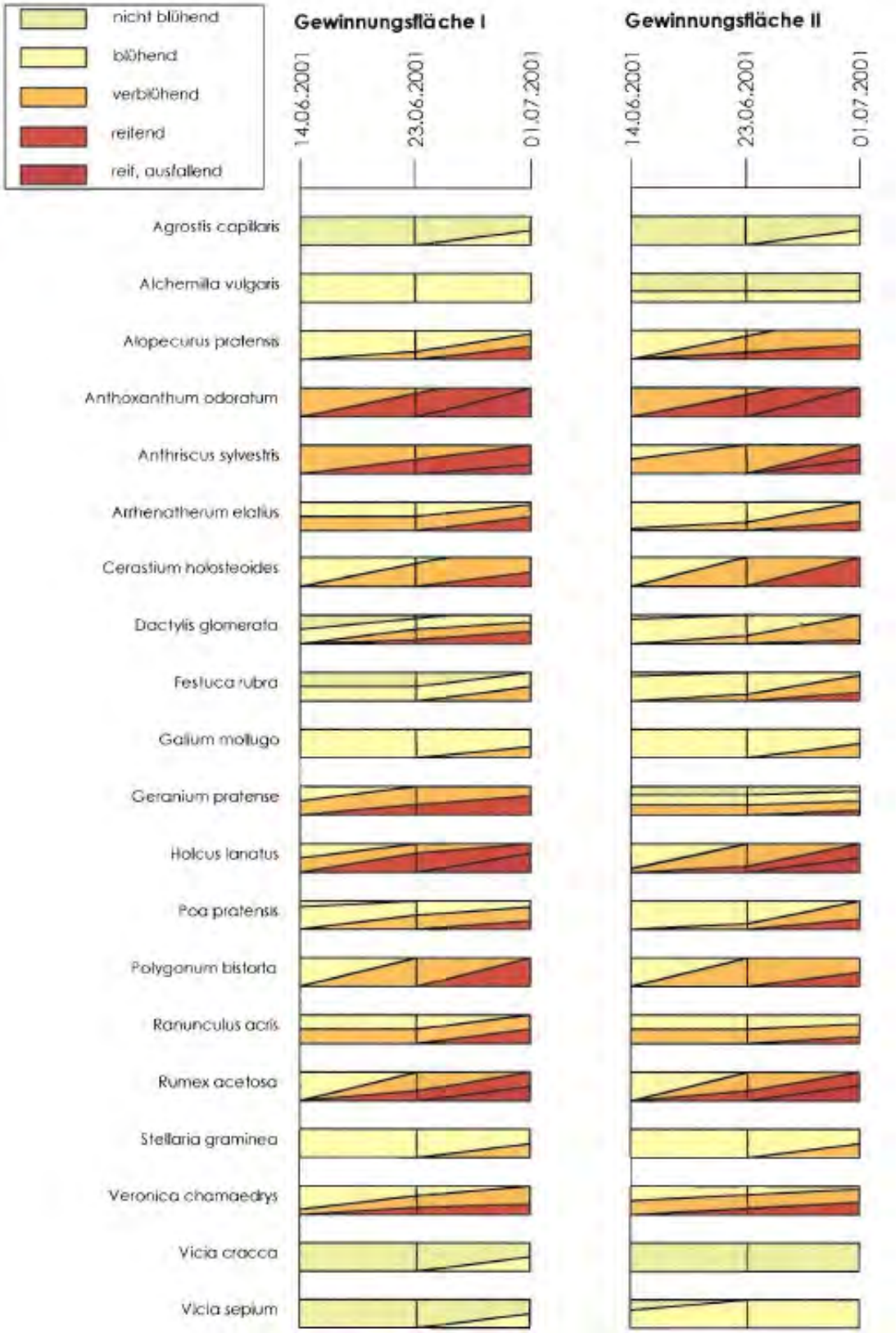


Abbildung 9 : Phänogramme der gemeinsamen, erfassten Pflanzenarten der Gewinnungsflächen I und II

ben Zeitpunkt gemäht werden konnten, da sie sich etwa im einem Reifestadium befanden.

3.2.4.2 Spontanvegetation der Begrünungsflächen

Die Spontanvegetation – Aufnahmen dienten der Erfassung der natürlichen Erstbesiedelung auf den Rohbodenböschungen. Diese sogenannten Pionierpflanzen konnten sich im Zeitraum nach der Fertigstellung der Böschungsflächen vor ca. 1 Jahr (KROPP, mdl., siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 2) und Ende Juli 2001 entwickeln. Das Artenspektrum trifft wichtige Aussagen:

- anhand der Zeigerwerte der Pionierpflanzenarten können im gewissen Grade Aussagen über die Standortbedingungen getroffen werden, was einen weiteren Vergleich mit den Gewinnungsflächen ermöglicht
- gibt Auskunft über die Kontaktvegetationen und Diasporenverfügbarkeiten am Standort (siehe Kapitel 3.2.4.3),
- gibt Hinweise auf die auszubringende Saatgutzusammensetzung (siehe Kaptitel 3.3).

➢ ***Methodik***

Aufgrund der verschiedenen Bodenverläufe und Verfügbarkeit von Bodenwasser entwickelte sich die Spontanvegetation auf den Böschungsflächen sehr unterschiedlich. Es wurde als sinnvoll betrachtet, die auf der Grundlage von diesen Beobachtungen abgrenzbaren Flächen einzeln zu kartieren (siehe Abbildung 7; Anhang 4, Tabellen 11-19). Im folgenden sollen die Teilflächen kurz beschrieben werden :

1 westexponierte, sandige Fläche A, trockener Standort
2 Graben, meist wasserführend, verläuft am Fuße der Porphyraufschüttung, feuchter Standort
3 Porphyrschutt – Fläche der nordexponierten Böschung B
4 verbliebene Insel der Nasswiese, bermenförmig, Staunässebereich
5 Hang unterhalb der Insel, Einspülungen von Bodenmaterial
6 Erosionsbereich in nordexponierter Sandfläche B
7 Staunässebereich über dem rötlichen Sandsteinstreifen

LEGENDE

Flächen der Spontanvegetation

- 1 westexponierte, sandige Fläche A
- 2 Graben, meist wasserführend
- 3 Porphyrschutt der nordexponierten Fläche B
- 4 verbliebene Insel der Nasswiese
- 5 Hang unterhalb der Insel
- 6 Erosionsbereich in Sandfläche
- 7 Staunässebereich über dem roten Sandsteinstreifen
- 8 gewachsener Lehmhorizont
- 9 Sandfläche, z.T. mit Lehmeinspülungen

Abbildung 10 : Kartierung der Spontanvegetation am RRB (Stand Juli 2001)

(Grundlage: Karte des Planfeststellungsverfahrens, DEGES, M 1:5000, verändert)

8 natürlich gewachsener Lehmhorizont

9 Sandfläche, nord- und ostexponiert, z.T. mit Lehmeinspülungen, trockener Standort

Vom erfassten Artenspektrum wurde nur der prozentuale Gesamtdeckungsgrad auf der entsprechenden Fläche angegeben, da es sich fast ausschließlich um Einzelpflanzen handelte. Es wurden für die erfassten Pflanzenarten der Begrünungsflächen am RRB (siehe Anhang 5, Tabelle 1) und den Gewinnungsflächen I und II (siehe Anhang 5, Tabellen 2-3) die Kennwerte Licht-, Feuchte-, Temperatur-, Reaktions- und Nährstoffzahl aufgezeichnet (siehe Anhang 6, Tabellen 1-3) und ausgewertet ([14], ELLENBERG, 1991). Dabei wurden die Pflanzenarten mit indifferentem Verhalten (was auch eine weite Amplitude bedeuten kann) nicht einbezogen, ebenso die Arten ohne Angaben. Die Darstellung des Vergleiches erfolgte in den Abbildungen 1-5 im Anhang 6.

➢ ***Auswertung***

Das vorkommende Artenspektrum ließ sich in Bezug auf die Standortbedingungen und im Vergleich mit den Gewinnungsflächen wie folgt charakterisieren:

- *Lichtzahl*

Es dominieren die Halblichtpflanzen, die volles Licht und auch etwas Schatten vertragen (z.B. *Epilobium spec., Lupinus polyphyllus, Agrostis capillaris*) auf den Begrünungsflächen. Aber auch Lichtpflanzen (*Rumex acetosella, Tussilago farfara*) waren vertreten, ebenso Halbschattenpflanzen (*Vicia angustifolia, Holcus mollis*). Als typische Volllichtpflanzen waren nur *Matricaria maritima* und *Lactuca serriola* zu finden. Die Dominanz von Halblichtpflanzen ist auch auf den Gewinnungsflächen zu verzeichnen (siehe Anhang 6, Abbildung 1).

- *Temperaturzahl*

Der Schwerpunkt lag auf den Begrünungsflächen eindeutig bei den Mäßigwärme- bis Wärmezeigern (z.B. *Holcus lanatus, Mycelis muralis*). Weder Kälte- noch extreme Wärmezeiger kamen vor. Auf den Gewinnungsflächen liegt eine ähnliche Verteilung vor – mit dem Unterschied, dass hier einige Kühle- bis Mäßigwärmezeiger vorkommen (siehe Anhang 6, Abbildung 2).

- *Feuchtezahl*

Hinsichtlich dieses Anspruches dominierten die mäßigen Frischezeiger, die Frischezeiger und mäßigen Feuchtezeiger (z.B. *Achillea millefolium, Senecio ovatus, Ranunculus acris*) auf den Begrünungsflächen. Sie beanspruchen überwiegend mittelfeuchte Böden. Die Vegetation der Gewinnungsflächen zeigt gleiche Ansprüche: die Frischezeiger, wie *Geranium pratense* und *Anthriscus sylvestris* dominieren (siehe Anhang 6, Abbildung 3).

- *Reaktionszahl*

Erstaunlicherweise heben sich auf den Begrünungsflächen trotz sauerer Standortverhältnisse anzahlmäßig die Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger (pH – Wert 7) hervor (z.B. *Lamium purpureum, Poa trivialis*), ansonsten reicht das Spektrum von Säurezeigern (*Rumex acetosella*) bis zu den mäßigen Kalkanzeigern (*Tussilago farfara, Epilobium roseum*). Es ist also von einer gewissen Standortanpassung der Arten auszugehen. Auf den Gewinnungsflächen lässt sich der Anstieg der Anzahl der Pflanzenarten mit dem Ansteigen des pH – Wertes erkennen. Das Maximum bilden ebenfalls die Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger (siehe Anhang 6, Abbildung 4).

- *Nährstoffzahl*

Das Spektrum ist auch hier breit gefächert auf den Begrünungsflächen. Potentielle, mäßige Stickstoffanzeiger dominieren nur leicht (*Geum urbanum, Matricaria discoidea*). Als Magerkeitsanzeiger lassen sich *Rumex acetosella* und *Holcus mollis* nennen. Auf den Gewinnungsflächen ist die Verteilung der Nährstoffzahlen ähnlich: eine große Streubreite ist zu verzeichnen, es sind Pflanzenarten von stickstoffarmen Standorten (*Hieracium pilosella, Hypericum maculatum*) bis zu Arten ausgesprochen stickstoffreicher *Standorte (Cirsium vulgare, Lamium album, Stellaria media*) aufgenommen worden (siehe Anhang 6, Abbildung 5).

Insgesamt ließ sich beobachten, dass feuchte Bereiche, die über Wasser als Oberflächenwasser oder als Staunässe verfügen (Flächen 2, 5, 6), gut besiedelt wurden oder blieben (Fläche 4), da die Fläche vor dem Abtrag schließlich z.T. Nass- und Feuchtwiese war, und damit genügend standortgerechte Diasporen

auch durch die Kontaktvegetation zur Verfügung standen (*Juncus bulbosus, Salix caprea*). Auch in den Bereichen, in denen Oberboden in die verwitterten Sandsteinflächen hineingespült wurde, konnten sich schon einige Pflanzenarten behaupten (*Epilobium roseum*). Es sind die Ackerwildkräuter und Feucht- und Nasswiesenpflanzen, ebenso Pflanzen der Ruderalstandorte, die überwiegen. Die extremsten Standortverhältnisse sind auf den reinen, verwitterten Sandsteinflächen mit Tonsteinschichten vorzufinden. Auffällig ist dabei, dass die westexponierte Fläche A den geringsten Deckungsgrad an Vegetation aufweist, was vermutlich an der Tatsache liegt, dass sie am weitesten von einer Kontaktvegetation entfernt liegt. Dort ließen sich überwiegend Gehölzsämlinge finden (*Betula pendula*), die durch Windverbreitung zu diesem Standort gelangten. Auf den Sandflächen der nord- und ostexponierten Böschungen hingegen konnten sich neben den Gehölzsämlingen auch Kräuter und Gräser etablieren (*Lupinus polyphyllus, Holcus lanatus*). Anhand der Entwicklung der Spontanvegetation und der vertretenen Arten, fällt auf, dass die Besiedelung der extremen Sandflächen sehr langsam verläuft. Nur wenige Pflanzenarten und Exemplare mit entsprechend geringen Deckungsgraden waren zu verzeichnen.

Im Vergleich zwischen den Begrünungsflächen und den Gewinnungsflächen I und II hinsichtlich der Kennwerte der erfassten Vegetation, lässt sich erkennen, dass die aufgekommene Spontanvegetation ähnliche Standortansprüche wie die Vegetation der Gewinnungsflächen aufweist. Jedoch werden diese von teilweise verschiedenen Arten besiedelt. Da aber die Standorte der Gewinnungs- und Begrünungsflächen doch Unterschiede in den Boden- und Klimaverhältnissen aufweisen, lässt sich durch folgende Punkte das Fehlen der zu erwartenden Unterschiede bei den Kennwerten erklären (siehe Anhang 6, Abbildungen 1-5):

- die noch mangelhafte Besiedlung der sandigen Flächen,
- die Artenzahlen der erfassten Vegetationsflächen unterschieden sich (Spontanvegetation: 77, Gewinnungsfläche I: 44, Gewinnungsfläche II: 38).

3.2.4.3 Kontaktvegetation der Begrünungsfläche

Als Kontaktvegetation, werden Pflanzenbestände bezeichnet, die in unmittelbarer Beziehung zum Untersuchungsgebiet stehen und damit als Quelle von Diasporen zur Wiederbesiedlung dienen können. Besonders bei Rohbodenböschungen in der freien Landschaft ist dieser Arteneintrag von großer Bedeutung, da es zu größerer Artenvielfalt an solchen Standorten führt, als durch die Ansaatmischungen vorgegeben werden kann. Außerdem sind die eingetragenen Arten standortangepasst.

- ***Methodik***

Folgende Kontaktflächen konnten im näheren Umfeld des RRB, das heißt in einem Radius von 50 m von jedem Punkt der Begrünungsflächen aus (siehe Abbildung11), ([34], MOLDER, 1995) festgestellt werden (Abbildung 11):

1 Frischwiesen im Wirrbachtal westlich des RRB (LBP)

Diese Flächen werden als Schafweide genutzt, entsprechen in ihrem Artenspektrum ungefähr dem der Gewinnungsfläche I.

2 Ansaatfläche auf Autobahndammböschung, südlich des RRB

Der Autobahndamm im Süden des RRB wurde aus Porphyrschutt errichtet und wurde im Herbst 2000 mit einer Nassansaat mit Strohmulch begrünt. In einigen Bereichen ist eine starke Erosion zu verzeichnen.

3 Erdmieten, westlich und östlich des RRB, ca. seit 2 Jahren dort lagernd

Diese Erdmieten wurden offensichtlich nicht begrünt, sondern die heutige Vegetation entwickelte sich aus vorhandenen Diasporen im Boden (unter anderem Arten der Krautschicht aus dem Kiefern-/Fichtenforst) oder anderweitig dorthin getragenen (Wind, Vögel).

4 Frisch- und Feuchtwiesen südlich des RRB, im Wirrbachtal (OBK)

Die Vegetation des nördlich vom RRB verlaufenden Seitenarmes des Wirrbachtales, stellt ein Mosaik aus frischen und feuchten bis nassen Bereichen dar. Die

Artenlisten wurden der OBK entnommen, in der diese Biotoptypen als §18 – Biotope (besonders geschützt nach ThürNatG [76], 1999) kartiert wurden:

- Großseggenried (Nr. 149),
- Feucht-/Nassgrünland, eutroph (Nr. 150),
- Intensivgrünland/Einsaat, naturnahes Ufergehölz, kleine Standgewässer, Kleinröhricht, Gehölzaufwuchs kleiner 40%, Uferbereich geschützter Stillgewässer (Nr. 151),
- Bach, Graben mit mittlerer Strukturdichte ; naturnahes Ufergehölz (Nr. 154).

5 Fichtenforste, nordöstlich und nordwestlich des RRB (LBP)

Die Forste, die von Wald - Kiefern und Fichten gebildet werden, besitzen eine typisch ausgeprägte Krautschicht für diese bodensauren Standorte, die von Vaccinium myrtillis dominiert werden.

Die Gesamtartenlisten sind für die Kontaktvegetationen 1,2 und 3 im Juli 2001 aufgenommen worden, nur unter Einschätzung der prozentualen Gesamtdeckungsgrade. Für die Kontaktvegetationen 4, 5 und 6 wurden Erfassungen der OBK ([73], 1998) und des LBP([70], DEGES, 1998) herangezogen (siehe Anhang 4, Tabellen 20-24).

- ***Auswertung***

Anhand der Pflanzenartenlisten der Spontan- und Kontaktvegetation lassen sich die bisherigen Einflüsse auf die Begrünungsflächen abschätzen. Vergleicht man die Listen (Anhang 5, Tabellen 1 und 4), lassen sich die Herkünfte einiger Arten der Spontanvegetation erklären. Wie schon im Kapitel 3.2.4.2 erwähnt, dominieren bei der Spontanvegetation die Ruderal- und Segetalarten und Arten der feuchten und frischen Standorte. Doch diese werden längerfristig betrachtet eine untergeordnete Rolle für die dauerhafte und stabile Begrünung spielen. Doch von Bedeutung sind dagegen Pflanzenarten für die sandigen, sauren und trockenen Flächen, sowie für die schottrigen Bereiche. Die Gräser, die über Windverbreitung auf die Flächen gelangen können, spielten in dieser Hinsicht bisher die wesentlichste Rolle (*Agrostis capillaris, Agrostis stolonifera, Holcus la-*

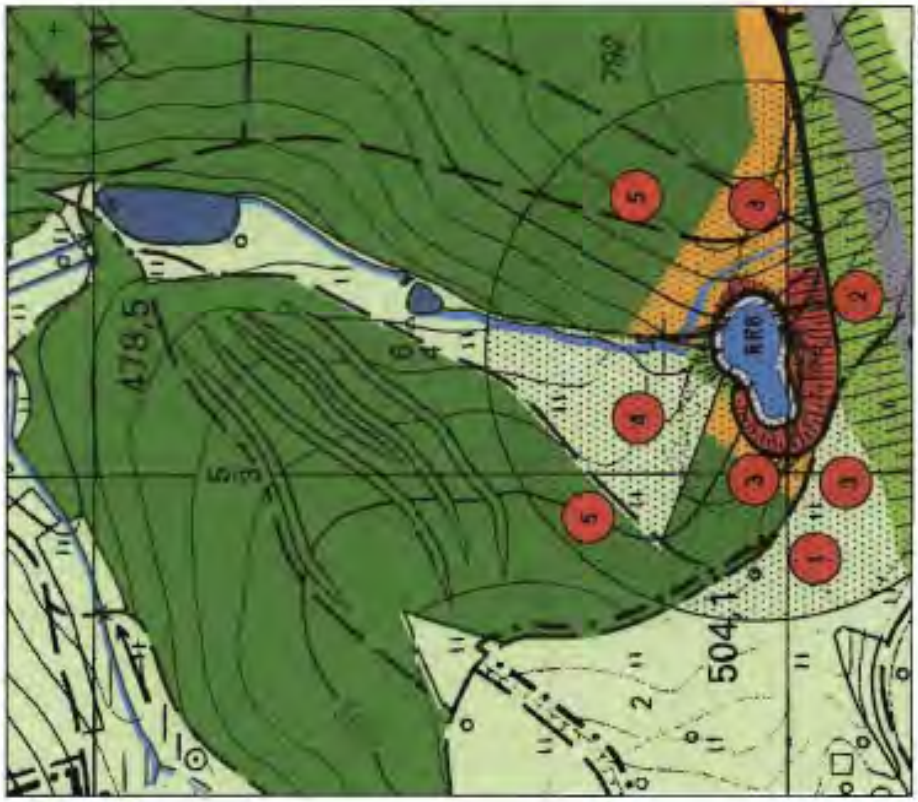


Abbildung 11: Kontaktvegetation der Begrünungsflächen am RRB

M 1:5000

(Grundlage: Topographische Karte, M-32-46-D-c-1, M 1:10.000, ; DEGES: Karte zur Planfeststellung, M 1:5000, verändert)

LEGENDE

Vegetationsflächen

- Nadelwald
- Wiesen, Weide; nasse Stellen
- Böschung - normale Nassansaat
- Böschungsflächen des Begrünungsversuches

Gewässer

- Teich, RRB
- Bach, offener Graben

Strassen und Wege

- zukünftige Bundesautobahn A 71
- unbefestigte Nebenwege
- Zufahrt / Umfahrung zum RRB

Baubedingte Flächen

- veränderte, aufgeschüttete, vermischte Bodenstandorte

Bauelemente

- gepflastertes Becken, Tauchwand

Flächen der möglichen Kontaktvegetation

1. Frischwiesen / Grünland
2. Ansaat auf Autobahndamm
3. Erdmieten
4. Frisch- und Feuchtwiesen
5. Fichtenforst

- Radius der Kontaktvegetation

natus, Holcus mollis,). Die meisten Arten der Kontaktvegetation sind allerdings ungeeignet für die Flächen (Arten der feuchten Bereiche, ausgesprochene Waldarten). Andere wiederum wird man eventuell erst nach der Begrünungsmaßnahme auf den Flächen finden – wenn die Initiierung gesetzt und verbesserte Standortbedingungen geschaffen wurden.

3.3 Ableitungen für das Begrünungsverfahren

Die Erfassung und Bewertung der standörtlichen Verhältnisse der Begrünungsflächen bringt nachfolgend die Notwendigkeit der Formulierung eines Begrünungszieles mit sich. Ausgehend vom Begrünungsziel sind notwendige Maßnahmen für die Begrünungsdurchführung zu festzulegen.

3.3.1 Verbesserung der Boden- und Klimaverhältnisse

Es wurden Boden- und Klimaverhältnisse vorgefunden, die typisch für Rohbodenböschungen sind: ausgesprochene Nährstoffarmut, Humusmangel, gespannte Wasserverhältnisse, extreme Temperaturschwankungen durch die Expositionen und den mangelnden Schutz durch eine Vegetationsdecke, Erosionserscheinungen. Dazu kommen noch saure pH – Wertverhältnisse, die eine Nährstoffspeicherung und –speicherung erschweren und ein ungünstiges Bodengefüge schaffen. Ziele der Begrünungsmaßnahme sind:

- Verhinderung weiterer Bodenerosion durch Wasser und Wind
- Festlegung des Bodens durch Oberflächenschutz
- Schutz des ausgebrachten Saatgutes gegen Witterungseinflüsse
- Aufnahme und Speicherung von Niederschlagswasser und Taufeuchtigkeit
- Förderung der Keimung des Saatgutes
- Förderung intensiver und tiefreichender Durchwurzelung des Bodens ([18], FLL, 1998).

Für die Begrünung mittels Nassansaat bedeutet dies den gezielten Einsatz der losen Begrünungsmittel:

- von kohlensaurem Kalk (Bodenverbesserung, Erhöhung des pH – Wertes)

- von organischem und mineralischem NPK – Düngern (als Startdünger für die Saatgutmischung, Ausgleich für weites C-N-Verhältnis des Mulchstoffes)
- von Bodenfestigern (Bodenverbesserung und –stabilisierung)
- von Klebern (zur Verklebung des Gemisches auf der Böschung, gewisser Schutz vor Verwehung und Abspülung)
- von Trockenzellulose (Schaffung einer guten Konsistenz der Auftragsmischung)
- Mulchstoffen (Oberflächenschutz, Klimaverbesserung für Diasporen an der Erdoberfläche).

Die Festlegung der Rezepturen und Mischungsverhältnisse der losen Begrünungsmittel ist meist Erfahrungssache der jeweiligen Begrünungsfirmen, in diesem Falle der Rekultivierungsfirma Bender.

3.3.2 Verwendung des standortheimischen, diasporenhaltigen Heumulches

Das Artenspektrum der Gewinnungsflächen weist einerseits Arten für die trockenen Sandflächen auf (z.B. *Agrostis capillaris, Poa pratensis*), andererseits auch Arten der frischeren Standorte, die für die Porphyrschuttflächen geeignet wären (z.B. *Alopecurus pratensis, Ranunculus acris, Cerastium holosteoides*). Die Artenanzahl im diasporenhaltigem Heumulch ist zwar nicht sehr hoch, kann aber den Standortansprüchen der gesamten Begrünungsfläche gerecht werden (siehe auch Tabelle 4, Kapitel 3.5.2). Betrachtet man die Begrünungsmaßnahme als Initiierung der Vegetationsentwicklung, so ist der Auftrag des Heumulches ausreichend, und lässt weiteren Arten der Kontakt- und Spontanvegetation die Möglichkeit der Etablierung.

3.4 Die Heumulchgewinnung

Ziel der Heumulchgewinnung war unter anderem, die vorhandenen regionalen Kapazitäten an landwirtschaftlicher Technik zu nutzen. Wie schon erwähnt, werden die Gewinnungsflächen für den Heumulch seit 1991 von der Schäferei Raupach bewirtschaftet. Herr Raupach übernahm die Ausführung der Mahd, des Ballenpressens und des Transportes zur Schäferei.

3.4.1 Die Mahd

Die Mahd auf den Gewinnungsflächen I und II erfolgte am 4. Juli 2001, vormittags bis mittags. Dieser Mahdzeitpunkt ergab sich aus folgenden Gesichtspunkten:

- die meisten der Pflanzenarten, vor allem die Gräser, hatten den gewünschten Reifegrad erreicht (siehe Anlage 4, Tabellen 1-10; Kapitel 3.5.3)
- die Reifegrade der Gewinnungsflächen I und II waren auf dem gleichen Entwicklungsstand (siehe Kapitel 3.2.4.1),
- die Wetterlage war günstig und für die nächsten Tage weiter angekündigt (keine Niederschläge, 25 – 30 °C),
- dieser Termin ließ sich mit der Organisation der Schäferei Raupach vereinbaren.

Es wurden beide Gewinnungsflächen gemäht, da unklar war, wieviel Heumaterial gewonnen werden konnte und wie groß die Auftragsstärke auf den Begrünungsflächen werden wird. Diese wurde erst nach den im Kapitel 3.4.5 erläutertem Drusch einer Materialprobe festgelegt. Da auf beiden Flächen sehr ähnliche Artenzusammensetzungen verzeichnet wurden, konnte das Heumaterial später ohne Bedenken vermischt werden.

Es wurde folgende Technik eingesetzt:

- „John Deer“ Allradschlepper,
- „John Deer“ Scheibenmähwerk, 2.80 m Breite, mit Aufbereiter (siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 5).

Um den Grundsatz der schonenden Ernte einzuhalten, also um Verluste durch Ausfallen der Diasporen zu vermeiden, wurde das Mähwerk auf eine möglichst

niedrige Umdrehungszahl (700 bis 800 Umdrehungen/min) und ohne weitere Aufbereitung eingestellt. Das heißt, bei der Mahd wurde das Gras weder geknickt noch zerkleinert, was sonst für eine schnellere Trocknung üblich ist.

3.4.2 Die Trocknung (Wenden, Schwaden)

Aufgrund der günstigen Witterung konnte schon am 5. Juli 2001, also am nächsten Tag auf den Flächen I und II gewendet werden. Dieser Arbeitsvorgang erfolgte mittels Handarbeit. Auch das ist in der landwirtschaftlichen Praxis unüblich, ebenso wie die schonende Mahd. Da es sich jedoch in diesem Falle um eine Versuchsdurchführung handelte, wurde das Wenden und das Schwaden (am 6. Juli 2001) mit der Hand und Holzrechen als sinnvoll betrachtet, um damit die besten Vorraussetzungen für das Gelingen des Versuches zu schaffen.

3.4.3 Das Ballenpressen

Das ausreichend getrocknete Heu wurde in den frühen Abendstunden des 6. Juli 2001 maschinell in Ballen gepresst. Folgende Technik kam zum Einsatz:

- „John Deer“ Allradschlepper,
- „John Deer“ Rundballenpresse mit variabler Kammer, Modell – Nr. 580, die Ballenbreite betrug 1,17 m, die Ballenhöhe 1,55 m.

Das vorher geschwadete Heu wurde dabei von einem Pickup mit 1,41 m Breite, der sich vor den Rädern der Ballenpresse befindet, aufgenommen und in die Ballenpresskammer eingezogen ([27], John Deer, 2000). Dort wurde das Heu mit einem Druck von ca. 90 bar gepresst und mit einem Netz gebunden. Ein Ballen wog ca. 300 kg. Die Heuballen verblieben bis zum 14. Juli auf den Gewinnungsflächen. Dort waren sie zwar der Witterung ausgesetzt, aber das Niederschlagswasser konnte nur in eine schmale Oberschicht des Heuballens eindringen, aufgrund der dichten Lagerung des Materials während des Pressens.

3.4.4 Die Weiterverarbeitung des Heumulches

Die Heuballen wurden am 16.07.2001 von einem Transportunternehmen, welches die Firma Bender organisierte, vom Schäfereihof Raupach in Rippersroda abgeholt, und nach Essen – Callhorn transportiert. Das Zerhäckseln des Heu-

mulches wurde von der Firma Joseph Aumann durchgeführt. Zu diesem Prozess gehören mehrere Arbeitsgänge:

- zuerst wird das Heu in einem Zerreißer zerkleinert,
- danach in einer Hammermühle mit Schlägermessern weiter zerhäckselt auf eine Länge von ca. 1 - 2 cm, ein Siebeinsatz dient dem Abfangen noch zu langer Stängel, die weiter bearbeitet werden müssen,
- das so aufbereitete Material wird in einem Vorratssilo untergebracht,
- später wird es in Ballen gepresst, die in Folien verpackt werden, diese Ballen wiegen ca. 25 kg.

Während des Prozesses wurde die Entstaubungsanlage ausgeschaltet, um die Samen, die im Heu enthalten waren, im Heumulch zu belassen. Die Entstaubungsanlage wird bei der Strohmulchaufbereitung, z.B. auch für die Pferdehaltung eingestellt, da so unerwünschte Stäube und andere Feinteile entfernt werden (AUMANN, mdl., siehe Aktennotiz Nr. 11).

3.5 Die Ausführung der Nassansaat mit Heumulch

3.5.1 Die Versuchsvarianten

Das Hauptziel dieses Versuches war es, Flächen mittels Nassansaat mit diasporenhaltigem Heumulch zu begrünen. Damit stand die erste Variante fest: Variante 1. Normalerweise ist es üblich, bei solchen Versuchen als Vergleichsfläche eine Nullvariante anzulegen, die keine Ansaat erfährt, dort darf eine weitgehend unbeeinflusste Sukzession verlaufen. Damit kann bei späteren vegetationskundlichen Untersuchungen der Erfolg der Ansaat gegen die natürliche Besiedlung durch Pflanzenarten abgeglichen werden. Da es sich bei diesen Begrünungsflächen aber um einen Teil eines Autobahnabschnittes handelt, und deshalb begrünt werden musste, kam eine Nullvariante dieser Art nicht in Frage. Um einen Vergleich und somit ein weiteres Untersuchungsziel festzulegen, wurde die Variante 0 mit einer herkömmlichen, bewährten Saatgutmischung – einer Regelsaatgutmischung (RSM) versehen. Diese Regelsaatgutmischung musste folgenden Ansprüchen gerecht werden:

- Anwendungsbereich freie Landschaft,
- Eignung für größtenteils trockene, teilweise aber auch frischere Lagen,
- Eignung für saure Böden,
- Artenarmut, um die Beeinflussung der Varianten untereinander durch Verbreitung von Pflanzenarten, die in beiden Varianten vorkommen, so gering wie möglich zu halten. Das bedeutete auch, auf den Kräuteranteil in der RSM zu verzichten.

Damit erfolgte die Festlegung der Anwendung der RSM 7.1.1: Landschaftsrasen – Standard ohne Kräuter. Da die Begrünungsflächen am RRB in drei Hauptexpositionen (Nord, West, Ost) mit den entsprechenden Zwischenstufen liegen, war damit ein weiterer Faktor der Variantenverteilung vorgegeben. Dieser begründet sich mit den lokal unterschiedlichen Klimaverhältnissen, genauer gesagt durch tages- und jahreszeitlich verschiedene Besonnungsdauern und –intensitäten (siehe Kapitel 3.2.2). Eine weitere, die Variantenverteilung bestimmende Tatsache bildet die Unterschiedlichkeit der vorkommenden Bodenarten innerhalb der drei Expositionen. Dabei stellen die westexponierte Fläche C und die ostexponierte Fläche A mit dem verwitterten Material des Unteren Bunt-

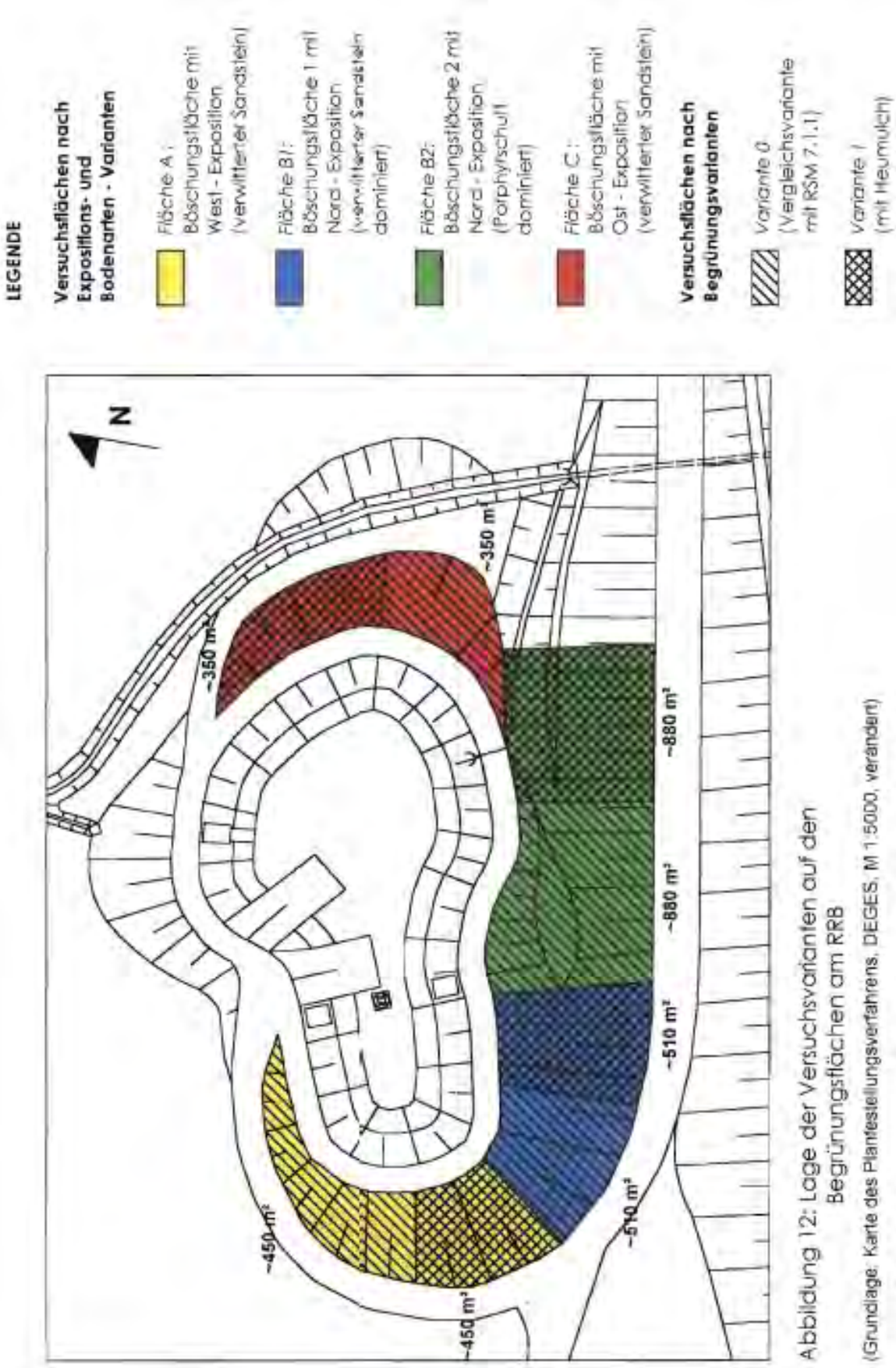


Abbildung 12: Lage der Versuchsvarianten auf den Begrünungsflächen am RRB

(Grundlage: Karte des Planfestellungsverfahrens, DEGES, M 1:5000, verändert)

sandsteins kein Problem dar. Die nordexponierte Fläche B allerdings besteht im westlichen Teil aus dem aufgeschüttetem Porphyrschutt, im östlichem Bereich vorwiegend aus verwittertem Sandstein (siehe Abbildung 4, Kapitel 3.2.1). Da die Fläche B eine ausreichende Größe aufweist, wurde sie noch einmal unterteilt (in Fläche B1 und Fläche B2), um jeder Variante genügend Fläche mit den vorkommenden Bodenarten zuzuteilen. Die Restfläche der ehemaligen Feuchtwiese, die auf der Böschungsfläche B als Berme belassen wurde, bildet eine Ausnahme, die bei späteren Beobachtungen eine Sonderstellung erhalten muss. Aus all diesen angeführten Faktoren ergab sich die Variantenverteilung, die in der Abbildung 12 dargestellt wurde. Die jeweiligen Flächengrößen sind auf der Abbildung vermerkt und liegen im Bereich von 350 bis 880 m².

3.5.2 Die losen Begrünungsmittel, Rezepturen

Die Zusammenstellung der losen Begrünungsmittel zu Rezepturen für die Ansaat im Anspritzverfahren legte die Firma Bender fest. Die Auftragstärke des diasporenhaltigen Heumulches ergab sich aus einem Dreschversuch, der von Hand durchgeführt wurde. Dabei konnten aus 10 kg Heu ca. 400 g Heudrusch gewonnen werden. Der Anteil an Spreu und Spelzen war relativ hoch, der Anteil an am Halm verbliebenen Diasporen ebenfalls. Wenn man im negativsten Fall die Diasporenmenge von 200 g/10 kg Heu annimmt, werden bei einer Auftragsstärke von 200g Heumulch/m² immer noch 4 g Diasporen/m² ausgebracht. Wenn man nun die Empfehlungen für die Ansaatstärke von Ökotypensaatgut berücksichtigt, die bei 4 g/m² für Magerrasen liegt ([40] Rieger-Hofmann, 2000), dann ist diese Menge ideal. Um die Varianten vergleichbar zu machen, bekamen sie die gleiche Zusammenstellung an Düngern, Bodenverbesserungmitteln und Zellulose als Wasserbindemittel. Der Heumulch ersetzt in Variante 1 die Regelsaatgutmischung 7.1.1.

Tabelle 2 : Rezepturen der losen Begrünungsmittel und die Saatgut- bzw. Heumulchmengen für die Begrünungsvarianten 0 und 1

	Variante 0 (Angaben pro m²)	**Variante 1** (Angaben pro m²)
Lose Begrünungsmittel		
Bioalgeen Flüssigkonzentrat	100 g	100 g
organischer NPK – Dünger 6/6/1	100 g	100 g
mineralischer NPK - Dünger 12/12/17/2, chloridfrei	30 g	30 g
Technocell Trockenzellulose	20 g	20 g
Terra Control Bodenfestiger	30 g	30 g
Kohlensaurer Kalk mit 65 % CaO	100 g	100 g
Saatgut		
RSM 7.1.1	20 g	-
Heumulch	-	200 g

(Quelle: BENDER, Anhang 7, Aktennotiz Nr. 13)

Die Zusammensetzung des ausgebrachten Saatgutes für beide Varianten wird in folgenden Tabellen dargestellt:

Tabelle 3 : Zusammensetzung der RSM 7.1.1: Landschaftsrasen – Standard ohne Kräuter

Art	**Mischungsanteil in Gewichts-%** Regelwert	**Eigenschaften**
Agrostis capillaris	5	lockerhorstig, kurze, unterirdische Ausläufer, überwiegend horstbildend, narbendicht, kurzbleibend, für nährstoffarme, leichte Böden
Festuca ovina duriuscula	35	horstbildend, dichte Narbenbildung, trockenheitsverträglich, anspruchslos
Festuca rubra commutata	25	horstbildend, für alle Ansaatzwecke, anspruchslos, trockenheitsverträglich, dicht narbenbildend, kurzbleibend
Festuca rubra rubra	10	ausläuferbildend, regenerationskräftig, anspruchslos, trockenheitsverträglich, mäßig schattenverträglich
Festuca rubra trichophylla	10	Zwischenform von Horst- und Ausläuferrotschwingel, kurze, unterirdische Ausläufer, wenig anspruchsvoll

Lolium perenne	5	horstbildend, evt. kurze Ausläufer, Ammengras, schnelle Keimung, konkurrenzstark
Poa pratensis	10	Unterirdische Ausläufer, narbendicht, langsamwachsend, trockenheitsverträglich, sehr regenerationsfähig

(Quelle: [19], FLL, 2001)

Tabelle 4 : Zusammensetzung der reifen Diasporen im Heumulch der Gewinnungsflächen I und II

Pflanzenart	**Gewinnungsfläche I**	**Gewinnungsfläche II**
Agrostis capillaris	**x**	**x**
Alopecurus pratensis	x	x
Anthriscus sylvestris	x	x
Arrhenatherum elatius	x	x
Cerastium holosteoides	x	x
Cirsium vulgare		x
Dactylis glomerata	x	x
Festuca rubra	**x**	**x**
Galium mollugo	x	x
Geranium pratense	x	
Holcus lanatus	**x**	**x**
Lamium album	x	
Poa pratensis	**x**	**x**
Poa trivialis		x
Polygonum bistorta	x	x
Ranunculus acris	x	x
Rumex acetosa	x	x
Stellaria graminea	x	x
Tragopogon pratensis		x
Trisetum flavescens	x	x
Veronica chamaedrys	x	x
Veronica officinalis		x

x geeignet
x bedingt geeignet
x nicht geeignet

Die Gräserarten, die in der RSM und im samenreifen Heumulch vertreten sind:

- *Agrostis capillaris*
- *Festca rubra*
- *Poa pratensis*
- *Lolium perenne* (im Heumulch nur geringsten Mengen vorhanden).

Diese Arten sind später bei den eventuellen vegetationskundlichen Dauerbeobachtungen miteinander in den Varianten abzugleichen.

3.5.3 Der Technikeinsatz

Der Termin für die Nassansaat für den Begrünungsversuch war der 20.08.2001. Es wurde ein FINN – Hydroseeder auf einem MAN – Fahrgestell mit einem Fassungsvermögen von 12.000 l eingesetzt. Die losen Begrünungsmittel wurden an der Wasserentnahmestelle am Nordportal des Rennsteigtunnels im Tank gemischt, mit der entsprechenden Menge Wasser versetzt, und in jeweils zwei Arbeitsgängen auf die Flächen am RRB aufgetragen. Es waren zwei Arbeitsgänge nötig, um die Auftragsstärke von 200 g/m² mit Heumulch zu erreichen. Nach dem ersten Arbeitgang konnte das Material etwas trocknen. Das Wetter war nur bedingt günstig: die Niederschläge waren zeitweise stark, aber stellten keine Gefahr für eine eventuelle Abschwemmung des Gemisches dar.

3.6 Vorschläge zum Monitoring der Versuchsflächen

An dieser Stelle wird aufgezeigt, welche Möglichkeiten der Dauerbeobachtung und Auswertungen des Begrünungsversuches anzubieten sind. Dazu wird ausschließlich auf Methoden und Erfahrungen von schon durchgeführten Begrünungsversuchen verwiesen. Die erläuterten Vorschläge sollen als Anregungen verstanden werden, die ergänzt, gekürzt oder abgewandelt werden können.

3.6.1 Vegetationskundliche Untersuchungen

Das Hauptziel der vegetationskundlichen Untersuchungen nach der durchgeführten Begrünungsmaßnahme ist die Erfassung der Entwicklung der Pflanzenbestände auf den Variantenflächen. MOLDER verwendete folgende Parameter zur Bewertung und Beschreibung der Vegetationsentwicklung nach Durchführung verschiedener Begrünungsverfahren ([34], MOLDER, 1995,).

- Bestandsbildung und Bestandsdichte,
- Bestandszusammensetzung,
- Artenübertragung,
- Wuchsverhalten und Schichtung der Bestände,
- Blühaspekte.

Diese Parameter werden auf Dauerbeobachtungsflächen ermittelt, die auf jeder Variante in einer statistisch auswertbaren Anzahl und Verteilung angelegt werden, mit einer Flächengröße von 1 m². Die Lage Dauerbeobachtungsflächen sollte im ersten Anlaufjahr der Begrünung festgelegt werden (2002), da sich in dieser Phase eventuelle Überschneidungen, Vermischungen und substratbedingte untypische Erscheinungen hinsichtlich der Artenverbreitung in den Varianten selbst, oder zwischen benachbarten Varianten erkennen und ausgrenzen lassen (STOLLE, mdl., Anhang 7, Aktennotiz Nr. 8). Eine Variantenerweiterung würde sich durch Tatsache der Durchführung von Pflegemaßnahmen in Form der Mahd der Flächen vom Zufahrts- und Umfahrungsweg aus ergeben, im Abstand von 2m vom Wegesrand aus. In diesem Falle ließen sich die Entwicklungsverläufe bezüglich der oben angeführten Parameter zwischen den gemähten und den sich frei entwickelnden, unbeeinflussten Flächen erheben und vergleichen.

Die Bestandsbildung und Bestandsdichte werden durch die Schätzung der Deckungsgrade (prozentual oder in Bonitierungsstufen) der aufgekommenen Vegetation erfasst ([34], MOLDER, 1995, S. 41, Tabelle 11). Die Bestandsentwicklung lässt sich demnach in den Wiederholungen über die Aufnahmedaten pro Jahr ablesen. Das ist besonders in der Anfangsphase nach der Begrünungsmaßnahme von Bedeutung, da dies einen ersten Eindruck der Flächen vermittelt und bei der Abnahme von Baustellen beurteilt wird, wenn auch die Schlussfolgerungen aus dem optischen Eindruck nicht immer richtig sind. Die Bestandszusammensetzung sollte mindestens einmal jährlich, beispielsweise im Juni, ermittelt werden. Es geht vorrangig um die Erfassung der Pflanzenarten und ihre Anteile in den Dauerbeobachtungsflächen. Weitere Ausführungen sind bei MOLDER ([34] 1995, S. 41/42) zu entnehmen. Die Artenübertragung ist bei der Heumulchvariante besonders interessant. MOLDER definiert Arten als übertragen, wenn sie „....sowohl auf den entsprechenden Herkunftsstandorten als auch in den Parzellen der Varianten auf der Versuchsfläche auftraten...“ ([34], MOLDER, 1995). Die entsprechenden Pflanzenarten werden anzahl- und verteilungsmäßig erfasst. Das Wuchsverhalten und die Schichtung der Bestände, sowie die Erfassung der Blühaspekte sollen an dieser Stelle nur als weitere Möglichkeiten der vegetationskundlichen Untersuchungen genannt sein.

3.6.2 Bodenkundliche Untersuchungen

In dem Beobachtungszeitraum nach der Begrünungsmaßnahme sollte die Bodenentwicklung parallel zur Vegetationsentwicklung untersucht werden. Um die Entwicklungen vergleichen zu können, geht man von den bereits erhobenen Parametern aus und trifft eine Auswahl, welche in den Jahren des eventuellen Monitorings erneut ermittelt werden sollen, da sie sich voraussichtlich verändern werden und den Verlauf der Bodenbildung charakterisieren.

Tabelle 5 : Übersicht der erhobenen (2001) und vorzuschlagenden Ermittlungen (2002 bis 2004) von Bodenparametern des Begrünungsversuches

Bodenparameter	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
Bestimmung der Bodenarten	x			
Korngrößen-Bestimmung	x			
Carbonatgehalte	x	x		
Nährstoffgehalte an • Stickstoff (N_t) • Phosphor • Kalium	 x x x	 x	 x	 x
Humusgehalte	x	x	x	x
pH – Werte	x	x	x	x
Humose Auflage				x

Die Ermittlungen der Parameter sollten einmal im Jahr durchgeführt werden. Für die in Tabelle angeführten Bestimmungen werden Mischproben in jeder Variante entnommen. Es werden hier, genauso wie bei den vegetationskundlichen Untersuchungen, die Bereiche der lehmigen Bodenarten ausgeschlossen, da sie eine Ausnahme bilden und deshalb nicht verglichen werden können. Die Entnahmestellen liegen in unmittelbarer Nähe zu den vegetationskundlichen Dauerbeobachtungsflächen. Die Mischproben werden mit Hilfe von Schürfgruben in 2 Tiefen entnommen:

- 0 – 10 cm
- 10 – 20 cm.

In diesen Angaben wurde sich nach den Erfahrungen von MOLDER ([34],1995) gerichtet, der ab einer Tiefe von 15 cm keine Unterschiede zu dem ursprünglichen Ausgangssubstrat fand. Die Angabe der Tiefe von 20 cm ergab sich aus den Untersuchungstiefen der schon erfolgten Ermittlungen (siehe Tabellen im Anhang 2). Die gestörten Bodenproben werden pro Variante und Entnahmetiefe zu einer vereinigt, und nach den im Kapitel 3.2.1 erläuterten Methoden untersucht. Bodenprofilerkundungen mittels Pürckhauer – Bohrstock (1 m Länge) sollten im Bereich des verwitterten Sandsteines der Ermittlung der Tiefe der Verwitterungsschicht dienen. Da die Entwicklung der humosen Auflage voraus-

sichtlich nur sehr langsam vorangehen wird, wird die Einschätzung derselben auf das letzte Jahr der Versuchsbetreuung gelegt. Auch hier wurde sich nach den Erfahrungen von MOLDER ([34], 1995) gerichtet. Die humose Auflage kann in ihrer Mächtigkeit bei der Mischprobenentnahme ermittelt werden mit anschließender Durchschnittsbildung der Werte.

3.6.3 Erosionsschutzbewertung

Ziel dieser Beobachtungen soll die Bewertung der Erosionsschutzwirkung des Heumulches auf den Versuchsflächen sein. Die folgenden Parameter können relativ unkompliziert ermittelt werden:

- Entwicklung der Oberflächenstruktur,
- Abbau der Heumulchdecken,
- Entwicklung der Narbendichte.

Auch diese Erhebungen sollten einmal im Jahr statt finden. Die Entwicklung der Oberflächenstruktur kann nach der Einschätzung Verschlämmungs- und Erosionserscheinungen erfolgen.

Tabelle 6 : Bonitierungsstufen zur Darstellung der Oberflächenstruktur der Böden des Begrünungsversuches 2001,

Klasse	Merkmalsausprägungen
0	keine Verschlämmungserscheinungen
1	geringe Verschlämmungserscheinungen
2	starke Verschlämmungserscheinungen
3	starke Verschlämmung mit beginnender Erosion
4	deutliche Erosionsmerkmale, Erosionsrinnen

(Quelle: [34], MOLDER, 1995, S. 45)

Die Bonitierungen müssen mit dem Zustand der Flächen vor der Begrünungsmaßnahme abgeglichen werden (siehe Abbildung 6, Kapitel 3.2.3). Die Entwicklung der Narbendichte mit gleichzeitigem Abbau der Heumulchdecke kann durch jährliche Einschätzung der Deckungsgrade in Prozentangaben (im Verhältnis zur Gesamtfläche) verfolgt werden ([34] MOLDER, 1995, S. 45).

3.7 Offene Fragen

Es konnten im Rahmen dieses Versuchsprojektes nicht alle Gesichtspunkte der Begrünungsproblematik mit diasporenhaltigem Heumulch bearbeitet oder umgesetzt werden.

➢ *Varianten der Begrünung mit diasporenhaltigem Heumulch*

Im erläuterten Begrünungsversuch konnte aufgrund der Verteilung der anstehenden Bodenarten auf den Flächen und den 3 Expositionen keine weitere umsetzbare Variantenverteilung angelegt werden. Hinzu kommt, dass wenn alle möglichen Untersuchungsparameter hinsichtlich Variante, Bodenart, Exposition und späterer Pflegemaßnahmen (Freihaltungschnitt entlang der Wege) untersucht werden sollten, die Menge an aufzunehmenden und zu bewertenden Daten sehr groß sein wird. Eine weitere Variation wäre also kaum zu bewältigen. Ein weiterer Faktor war das Ziel der Einbindung von diasporenhaltigem Heumulch in das Nassansaatverfahren. Die Versuchsflächen und ihre Varianten dürfen nicht zu klein sein, damit ein vernünftiger Auftrag erfolgen kann. Auf folgende Variationen musste daher verzichtet werden:

- Auftragstärken von diasporenhaltigem Heumulch,
- Auftrag von Heumulch aus gestaffelten Mahdterminen,
- Auftrag von Heumulch mit ergänzender Ansaat von Ökotypensaatgut.

Damit müssen die Fragen nach den optimalen Auftragstärken des Heumulches; der Auswirkungen der Verwendung von Heumulch aus gestaffelten Mahdterminen, oder in Kombination mit Ökotypensaatgut auf die Entwicklung des Artenspektrums, unbeantwortet bleiben. Es wäre von Bedeutung, die ökologischen und ökonomischen Vorteile dieser Varianten für die Praxis zu untersuchen und zu diskutieren.

➢ *C-N-Verhältnis im Heumulch*

Während des Versuches wurden zu drei Zeitpunkten Materialproben des frisch Mähgutes und Heus entnommen :

- unmittelbar nach der Mahd
- vor dem Ballenpressen
- vor der Nassansaat (zerhäckseltes Heu).

Diese Proben wurden 6 Stunden bei 60°C im Trockenschrank getrocknet. Damit wurden alle Abbau- oder Umsetzungsprozesse im Material gestoppt. Die Proben sollen auf ihr C-N-Verhältnis untersucht werden. Die Ergebnisse können leider nicht mehr innerhalb der Diplomarbeit erstellt und ausgewertet werden. Es ist zu vermuten, dass das C-N-Verhältnis weniger weit als bei Strohmulch ist. Ziel dieser Untersuchung wäre es, mögliche Einsparungen an Düngern im Nassansaatverfahren zu ermitteln, da Dünger auch als Ausgleich für das weite C-N-Verhältnis aufgebracht werden muss.

- *Auskeimversuch im Labor*

Wie im Kapitel 3.5.2 beschrieben, wurde mit Hilfe eines Druschversuches Heudruschmaterial gewonnen. Dieses Material wurde zum Zweck eines Auskeimversuches in ein Labor versandt. Leider konnten im Zeitraum der Diplomarbeit keine Ergebnisse vorgelegt werden. Damit bleibt die Frage nach der Keimfähigkeit der ausgedroschenen Arten im Heumulch unbeantwortet.

4 Ökologisch – ökonomische Diskussion zur Übertragung standortheimischer Gräser und Kräuter auf Rohbodenböschungen

In diesem Kapitel werden Vorschläge zu den einzelnen Arbeitschritten der Heumulchgewinnung und –einsatzmöglichkeiten unterbreitet, die ökologischen und ökonomischen Vor- und Nachteile gegenübergestellt und die Einsetzbarkeit der landwirtschaftlichen Technik zu diesen Zwecken bewertet.

4.1 Grundlagenerfassungen der zu begrünenden Rohbodenböschungen

4.1.1 Erfassung der lokalen Standortverhältnisse

Damit eine Begrünung erfolgreich durchgeführt werden kann, ist eine Erfassung und Bewertung der Standortverhältnisse der zu begrünenden Rohbodenböschungen unerlässlich. Für den Vorhabensträger, den Planer und für den Ausführer ist dabei das Mindestmaß an sinnvollen Untersuchungen von Interesse – ökonomisch und ökologisch betrachtet.

4.1.1.1 Lage, Naturraum

Die topographische Lage, die Höhe ü.NN, die Exposition der Flächen, angrenzende Nutzungsformen, die Einfluss auf die Flächen haben (z.B. Verkehrswege, Verschattung durch Wald) treffen grundsätzliche Aussagen. Der Naturraum erklärt die typischen Eigenheiten dieses Gebietes: seine Geologie, Geomorphologie, ein spezifisches Biotopinventar, die Kulturhistorie und die überwiegenden wirtschaftlichen Nutzungsformen. Der Naturraum wird als Grenze zur Suche von Gewinnungsflächen benutzt (siehe Kapitel 4.3.1.1).

4.1.1.2 Geologie / Boden

Angaben zu Geologie und Boden finden sich in den Planungsunterlagen, wie im Landschaftspflegerischen Begleitplan. Für eine Grundlagenerfassung ist diese Quelle jedoch zu allgemein, da sich lokal begrenzte Einflüsse und Besonderheiten stark von den anzunehmenden Zuständen der Rohbodenböschungen unterscheiden können (vgl. [51], SPUNDFLASCH, 2000).

- ***Korngrößenverteilung, Bodenart, Bodenprofil***

Die genauesten Aussagen über die Korngrößenverteilung und Bodenart lassen sich mit der Nass- und Trockensiebung, sowie mit der Schlämmanalyse ermitteln. Bei Unklarheiten der Herkunft und Genese von anthropogen beeinflussten Bodensubstraten ist die Anwendung dieser Methoden sinnvoll. Nachteilig sind der hohe Zeit-, Kosten- und Technikbedarf. Als Alternative bietet sich die Fingerprobe an ([1], AG BODEN, 1994, S. 138 – 140). Mit einiger Übung lassen sich mit dieser Methode recht genaue Ergebnisse erzielen. Ein weiterer Vorteil ist die Ausführbarkeit vor Ort. Eine Erkundung des Bodenprofils mittels Pürkhauer-Bohrstock ist immer dann anzuraten, wenn eine Schichtung des Substrates absehbar ist, die Bedeutung für das Pflanzenwachstum haben könnte, das können bei Gräsern und Kräutern Tiefen von mehreren Dezimetern sein ([18], FLL, 1998, S.89). Das bei der Bohrung entnommene Material sollte einer Fingerprobe oder Nass-/Trockensiebung unterzogen werden.

- ***Kalkgehalt, pH - Wert***

Die Bestimmung dieser Bodenparameter ist unerlässlich in Bezug auf die spätere Dimensionierung der Bodenverbesserungsstoffe und Düngergaben. Die Methode zur Bestimmung des pH – Wertes sind vor Ort, sowie im Labor mit pH – Metern (mit Elektrode) relativ schnell und leicht anwendbar. Es gibt weiterhin die Möglichkeit des pH – Indikationstest mit einer Indikatorlösung und einer Farbskala zum Einstufen der Verfärbungen ([53], STELZNER, 2000). Die Ermittlung des mengenmäßigen Kalkgehaltes dagegen ist mit Labormethoden wenig sinnvoll, da der pH – Wert genügend Aussagekraft über die Kalkhaltigkeit des Substrates hat. Richtwerte für den pH – Wert von Rohbodenböschungen können schon die eventuell anstehenden Ausgangsgesteine bringen. Aber auch hier muss man die Möglichkeit der Vermischung von Substraten mit Baustoffen (z.B. Spritzbeton) beachten, weil dies zu unerwarteten Ergebnissen führen kann (siehe Kapitel 3.2.1).

- ***Nährstoffgehalt, Einzeluntersuchungen bestimmter Elemente***

Die Nährstoffgehalte der Rohbodensubstrate sind die Grundlagen zur Ermittlung der aufzutragenden Düngemittelgaben. Anhaltspunkte sind Angaben über die Grundausstattung der Ausgangsgesteine an Pflanzennährstoffen:

Tabelle 7 : Mittlere Nährstoffgehalte am Beispiel vom Sediment Sandstein (Gew.-%), Angabe der Gesamtmenge

Sediment	Sandstein
Alter	Unterer Buntsandstein
CaO	0,1
MgO	0,7
K_2O	4,5
P_2O_5	-
Na_2O	0,2

(Quelle: [18], FLL, 1998, S. 88, verändert)

Die Pflanzenverfügbarkeit dieser Nährstoffe ist in der Entwicklungsphase des Saatgutes allerdings meist sehr gering. Die zu bestimmenden Hauptelemente sind Phosphat, Kali, Magnesium, Gesamtstickstoff und bei Bedarf Salzgehalt. Sie lassen sich im Labor oder vor Ort bestimmen. Zweckmäßig sind Boden – Analyse – Koffer, z.B. mit photometrischer Bodenanalytik ([53], STELZNER, 2000). Sie brauchen nur bei unklaren Verhältnissen angewendet zu werden, weil allgemein die Aussage getroffen werden kann, dass Rohbodenböschung magere Standorte sind und eine Start- und Ausgleichsdüngergabe (für weites C-N-Verhältnis im Mulchstoff) notwendig ist. Weiterhin sind bei Bedarf Salzgehaltbestimmungen durchzuführen.

- ***Bestimmung der Ausroll – und Fließgrenzen***

Die Ermittlung dieser Bodenparameter ist nur bei Fragestellungen hinsichtlich der Standfestigkeit der Rohbodenböschungen und evt. zu planender ingenieurbiologischer Sicherungsmaßnahmen nötig. Die Bestimmungen sind im Labor durchzuführen und relativ aufwendig.

- ***Humusgehalt***

Die Humusgehalte auf Rohbodenböschungen sind typischerweise sehr gering. Eine Ermittlung dieses Parameters ist nicht zwingend notwendig.

Allgemein können die zu empfehlenden Bodenuntersuchungen sowohl mit Feldmethoden, als auch mit Labormethoden bestimmt werden, außer die Bodenprofilerkundungen (siehe Tabelle 7). Die Bodenprobenentnahmen, -aufbereitungen und der damit verbundene Aufwand sind unvermeidbar. In jedem Fall müssen die Methoden des VDLUFA ([65], VDLUFA, 1991) als Grundlagen angewendet werden. Die Feld- und Labormethoden zur Bestimmung der pH – Werte und der Nährstoffgehalte haben ihre Vor- und Nachteile (siehe Tabelle 8). Die Wahl der Methoden muss also sorgfältig bedacht werden, je nach Anforderungen des Vorhabenträgers, des Planers und des Ausführers der Begrünungsmaßnahmen.

Tabelle 8 : Übersicht zu empfehlender Bodenuntersuchungen und ihre Bestimmungsmöglichkeiten im Labor bzw. vor Ort

Bodenparameter	**Feldmethode**	**Labormethode**
Korngrößenverteilung, Bodenartbestimmung	x	x
Bodenprofilerkundungen	x	
pH – Werte	x	x
Nährstoffgehalte (Kalium, Phosphor, Stickstoff)	x	x

Tabelle 9 : Vor- und Nachteile der Feld- und Labormethoden zur Bestimmung der pH – Werte und Nährstoffgehalte von Böden

	Feldmethoden	**Labormethoden**
Kostenfaktor	günstig	ungünstiger
Zeitfaktor	günstig	ungünstiger
Vorbereitung der Bodenproben	nötig	nötig
Standardisierung/ Ausschluss von Fehlerquellen	größtenteils standardisiert, aber bei Unerfahrenheit in der Anwendung hohe Fehlerquote möglich	standardisiert, wird von Fachpersonal durchgeführt, Fehlerquote sehr gering
Anerkennung der Ergebnisse (z.B. vor Gericht)	können anfechtbar sein	werden anerkannt
Anwendungsempfehlungen	als Voruntersuchungen und zum Ermitteln von Richtwerten geeignet	Anwendung, wenn genaue und nicht anfechtbare Werte gefragt sind

(Quelle: SCHWARICK, mdl., siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr.)

4.1.1.3 Klima

Um Auskunft über den ganzjährigen und monatlichen Zustand des Wasser- und Wärmehaushaltes der Rohbodenböschung, sowie die Erosionsgefährdung durch starke, anhaltende Niederschläge zu erhalten, sind die Angaben in den Planungsunterlagen (LBP) meist ausreichend. Falls das nicht der Fall sein sollte, empfiehlt sich die Einholung der Klimaparameter

- 30-jähriges Mittel der Monatsmittel der Lufttemperatur,
- 30-jähriges Mittel der Monatssummen des Niederschlages

von der nächsten repräsentativen Klimastation beim Deutschen Wetterdienst. Die Exposition der Flächen (Himmelsrichtung und Grad der Neigung), eventuelle Verschattungen durch Bauwerke und Wald müssen ebenso beachtet werden, da sie wichtige Aussagen zu den speziellen lokalen Klimaverhältnissen bringen. Die Einschätzung der angeführten Parameter kann durch erfahrenes Fachpersonal erfolgen. Der Aufwand von Dauertemperaturmessungen und Verschattungsermittlung (siehe Kapitel 3.2.2) ist in der Praxis nicht nötig. Die Ergebnisse der Erkundungen und Beobachtungen können sich auf Anforderungen an die Saatgutzusammensetzung auswirken, wenn sich dabei Erkenntnisse

über besondere (z.B. extrem trockene und warme) Standortsituationen ergeben.

4.1.1.4 Erosion

Folgende Punkte werden an dieser Stelle vorausgesetzt, da dies schon bei der Planung und Erstellung der Böschungsflächen hinsichtlich der Erosionsvermeidung beachtet werden muss:

- ausreichende Standsicherheit der Rohbodenböschungen,
- flache, ausgerundete Formung der Böschungsschulter für breitflächigen Ablauf des Oberflächenwassers,
- ausreichende Dimensionierung der Entwässerungsanlagen ober- und unterhalb der Böschung.

Erste Rückschlüsse auf die Erodierbarkeit der Rohbodenböschung lassen sich aus den anstehenden Bodenarten ziehen ([1], AG Boden, 1997, S. 329). Allgemein sind sandige, leichte Böden, vor allem solche mit hohem Schluffanteil (Löß) gefährdet; grobe, skelettreiche Schotter-, Gesteinsroh- und Kiesböden sind weniger bedroht. Die Erfassung der Erosionsgefährdung einer Böschung ergibt sich aus den Bodenerkundungen und vor allem, wenn möglich, den Beobachtungen vor Ort. Eine eventuell notwendige Kombination z.B. von Stabilbauweisen mit der Ansaatmaßnahme muss zusätzlich abgewogen werden (siehe [51], SPUNDFLASCH, 2000). Grundsätzlich muss beachtet werden: je weiter der Fertigstellungstermin der Böschung und der Begrünungstermin voneinander entfernt sind, desto gefährdeter ist die Fläche. Für die Planung der Begrünungsmaßnahme ist von Bedeutung: je artenreicher eine standortgerechte Ansaatmischung ist, desto höher ist die Sicherung der Böschungsfläche vor Bodenerosion, da die verschiedenen Wurzelsysteme der Arten den oberen Bodenhorizont am besten erschließen können.

4.1.1.5 Spontan -/ Kontaktvegetation

Falls die zu begrünenden Rohbodenflächen schon Spontanvegetation aufweisen sollten, so ist es zu empfehlen diese zu erfassen. Die auftretenden Pionierpflanzen geben Auskunft über die Standortverhältnisse, erleichtern die Festlegung der Zusammensetzung des anzusäenden Artenspektrums auf den Flächen

und geben Hinweise auf die zu erwartende Vegetationsentwicklung ([55], STOLLE, 1993). Eine Erfassung der Kontaktvegetation ist dahingehend sinnvoll, dass man aus dem anzusäenden Artenspektrum jene Arten ausschließen kann, die in der Lage sind sich von allein auf den Rohbodenflächen zu etablieren. Vorraussetzung dafür ist, dass die Verbreitungsstrategien der Pflanzenarten dafür geeignet sind die Distanzen zwischen ihrem Herkunftsgebiet und den Rohbodenböschungen zu überwinden, und dass der Standort ihren Ansprüchen gerecht wird, sie also die geeigneten Lebensbedingungen vorfinden. Als Anhaltswert kann man einen Radius von ca. 50 m um die Begrünungsflächen annehmen, innerhalb dessen geeignete Kontaktvegetation kartiert werden kann ([34], MOLDER, 1995).

4.1.2 Erstellung einer potentiellen Saatgut - Pflanzenartenliste

Aus den erfassten Grundlagen der Rohbodenböschungen empfiehlt sich die Erstellung einer Liste der standortgerechten Pflanzenarten mit Hilfe erfahrener Fachleute und zweckdienlicher Literatur (STOLLE, mdl., siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 8). Sie kann als Hilfe und Orientierung bei der Suche nach geeigneten Gewinnungsflächen dienen.

4.2 Wahl des Begrünungsverfahrens

4.2.1 Mögliche Begrünungsverfahren

Der Begriff des Begrünungsverfahrens wird hier auf die Begrünung von Rohbodenböschungen mit Gräsern und Kräutern begrenzt. Das heißt, andere Begrünungsverfahren, wie Bauweisen des Lebendverbaus, werden bei den folgenden Betrachtungen ausgeschlossen.

Das einfachste Verfahren zur Flächenbegrünung stellt die Ansaat von Gräsern und Kräutern dar. Die Ansaat kann als eigenständige oder kombinierbare Begrünungsmaßnahme angewendet werden. Es sind folgende Verfahren der Ansaat üblich:

1. Breitsaat,
2. Drill- oder Reihensaat,
3. Nassansaat / Hydraulische Ansaatverfahren.

Die Breitsaat kann manuell oder maschinell ausgeführt werden – das Saatgut wird dabei breitwürfig ausgebracht, evt. vermischt mit Bodenverbesserungsstoffen, Düngern und Füllmitteln (Sand oder trockener Ton für sehr feine und leichte Samen). Eine flache Einarbeitung in den Boden und eine Abdeckung mit Erde oder Mulchstoffen verbessern die Anwuchsbedingungen erheblich. Die Drill- oder Reihensaat weist der Breitsaat gegenüber erhebliche arbeitstechnische Vorteile auf. Das Saatgut wird in die richtige Bodentiefe eingebracht, was Saatgut einspart. Die Rillen werden nach der Ansaat mit Boden überdeckt, der leicht angedrückt wird. Bei größeren Flächen werden Drillmaschinen eingesetzt ([18], FLL, 1998). Die Nassansaat, oder auch hydraulisches Ansaatverfahren genannt, ist ausführlich im Kapitel 2.4 erläutert.

Tabelle 10 : Vor- und Nachteile der Ansaatverfahren

Ansaatverfahren	Vorteile	Nachteile
Breitsaat	• schnelle, einfache, kostengünstige Ausführung	• keine sofortige Wirkung • nur für wenig erosionsgefährdete Standorte geeignet • Anwendung nur während der Vegetationszeit • Anwendung auf nicht zu steilen Geländeflächen
Drill- oder Reihensaat	• Einarbeitung des Saatgutes erhöht den Anwuchserfolg • Einsparung an Saatgut, da es in die richtige Bodentiefe eingebracht wird	• keine sofortige Wirkung • nur für wenig erosionsgefährdete Standorte geeignet • Anwendung nur während der Vegetationszeit
Nassansaat / Hydraulische Ansaatverfahren	• hoher Mechanisierungsgrad • hohe Flächenleistung • geringer Arbeitskräfteaufwand • sofortige Schutzwirkung	• an kleinen Böschungen wenig effektiv einsetzbar • geringe Schutzwirkung an erosionsgefährdeten Lockergesteinsböschungen aus nicht bindigen Böden

(erstellt unter Verwendung von: [51], SPUNDFLASCH, 2000; [17], FLL, 1999)

Die Auswahl des geeigneten Verfahrens ist vor allem von den örtlichen Standortverhältnissen abhängig. Die Breit-, Drill- oder Reihensaat sollte auf nicht zu steilen, niedrigen Böschungen aus Löß, Schwarzerde oder anderen fruchtbaren, gut strukturierten Böden angewendet werden. Die Nassansaat kann bei entsprechendem Einsatz von Klebern, Mulchen und Bodenverbesserungsstoffen auf steileren, akut erosionsgefährdeten Böschungen, bindigen nährstoffarmen Mineralböden bzw. Rohbodenstandorten ausgeführt werden ([51], SPUNDFLASCH, 2000). Da die Problemstellung sich auf die Begrünung von Rohbo-

denböschungen bezieht und die Versuchdurchführung entsprechend ausgerichtet war, wurde die Nassansaat als das günstigste Begrünungsverfahren herausgestellt: "Mit richtig angewandten hydraulischen Ansaaten kann jede auch noch so extreme Bodenoberfläche begrünt werden, sofern diese keine pflanzenschädigende Stoffe enthält" ([18], FLL, 1998).

4.2.2 Wahl des Saatgutes

Bei der Wahl des Saatgutes wurde, neben der üblichen Anwendung von standardisierten Regelsaatgutmischungen (RSM), der Einsatz von standortheimischem Saatgut in den letzten Jahren diskutiert und untersucht. Als Beispiel soll von MOLDER ([34], 1995) genannt sein: „Vergleichenden Untersuchungen mit Verfahren der oberbodenlosen Begrünung unter besonderer Berücksichtigung areal- und standortbezogener Ökotypen". Auch ENGELHARDT entwickelte Neuerungen bezüglich Heudruschanwendungen ([15], 2000), ebenso gab und gibt es Versuchanlagen bei der Rekultivierung der Bergbaufolgelandschaften, z.B. von STOLLE ([55], 1993) und KIRMER (siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 10), die sich mit dem Einsatz von standortheimischem Saatgut, unter anderem in Form von diasporenhaltigem Heumulch beschäftigen. Die Wahl des anzuwendenden Saatgutes muss unter Berücksichtigung der ökologischen und ökonomischen Vor- und Nachteile getroffen werden.

4.2.2.1 Nachteile von nicht standortheimischem Saatgut

Unter nicht standortheimischem Saatgut soll Saatgut definiert werden, welches nicht in dem natürlichen Verbreitungsgebiet (Areal) der jeweiligen Pflanzenarten gewonnen wurde, also allochthon (nicht bodenständig, nicht einheimischer Herkunft) ist. Dazu zählen die Regelsaatgutmischungen– das sogenannte Handelssaatgut.

- ***Pflegetechnik***

Möglichst pflegeextensive Pflanzenbestände sollen Pflegekosten und –aufwand verringern. In artenarmen Saatgutmischungen werden oft schnell- und massenwüchsige Pflanzenarten verwendet (z.B. Lolium perenne), um einen schnellen oberflächlichen Schutz der Flächen zu schaffen. Kombiniert mit Aufdüngung

kann das zu verstärktem Aufwuchs und zu erhöhtem Pflegeaufwand führen ([35], MOLDER, 2000).

- ***Arten- und Naturschutz***

Die Ausbringung von Regelsaatgutmischungen verstößt gegen den § 20d (2) im Bundesnaturschutzgesetz, der die Ansiedlung gebietsfremder Pflanzen verbietet, wenn die Gefahr einer Verfälschung der heimischen Pflanzenwelt oder eine Gefährdung des Bestandes nicht auszuschließen ist ([75], BNATSCHG, 1998). Die zu begrünenden Rohbodenböschungen werden als potentielle ökologische Ausgleichsflächen betrachtet, die Funktionen der Biotopvernetzung für standortheimische Flora und Fauna übernehmen können. Handelsübliche Saatgutmischungen können diesem Anspruch nicht genügen, im Gegenteil, sie führen zu einer Florenverfälschung, die sich durch folgende Merkmale ausdrückt:

- Verdrängung standortheimischer Ökotypen,
- die Gefahr der Veränderung des Erbgutes, Einkreuzung, Verarmung der genetischen Vielfalt
- negative Auswirkungen auf die Fauna (z.B. Störung der Nahrungsnetze),
- Gefahr der Verfälschung des Arteninventars von Pflanzengesellschaften,
- Ungewissheit über den Status eingebrachter Pflanzenarten ([35], MOLDER, 2000).

- ***Ästhetik***

Die Zielsetzung, die Rohbodenböschungen in das Landschaftsbild einzugliedern, kann mit handelsüblichen Saatgutmischungen weniger gut erreicht werden, da sie nicht die standortheimischen Pflanzenarten im natürlichen Artenspektrum des Ausbringungsgebietes enthalten.

4.2.2.2 Vorteile von standortheimischem Saatgut

Unter standortheimischem oder auch autochthonem Saatgut wird standort-, areal- und funktionsgerechtes Saatgut von naturräumlich definierten Ökotypen verstanden, welches in diesen Formen zur Anwendung kommen kann:

- Heumulchsaat (bzw. samenhaltiger Aufwuchs)
- Heudruschsaat

- Heublumensaat
- gesammeltes sowie vermehrtes Ökotypensaatgut
- Grünlandboden ([17], FLL, 1999), (siehe Kapitel 2.3).

➢ ***Ingenieurbiologie und Landschaftsbau***

Die Erreichung eines schnellen Oberflächenschutzes, einer ausreichenden Hangsicherung und eine Stabilität der Bestände unter den extremen Bedingungen der Rohbodenböschungen, sind die Hauptziele der Ingenieurbiologie und des Landschaftsbaus. Diese Ansprüche können bei Einhaltung noch zu formulierender Qualitätsstandards erreicht werden, wie z.B. durch Prüfung der Keimfähigkeit. In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit und im Vergleich mit anderen Ansaaten sind evt. Einsparungen durch autochthones Saatgut möglich: an Düngemitteln, Bodenverbesserungsstoffen, zugekauften Mulchstoffen. Bewässerung, Nachdüngung, Nachsaaten, d.h. Ausbesserung von Fehlstelle könnten zum Großteil eingespart werden. Es kann eine bessere Erosionsschutz – Qualität durch intensivere Durchwurzelung erreicht werden. Weitere Vorteile durch autochthones Saatgut sind durch eine ideale genetische Ausstattung bezüglich des Standortes zu erwarten, wie eine geringere Empfindlichkeit bei standorttypischen, kleinklimatischen Einflüssen, geringere Ansprüche an standorttypische bodenchemische und –physikalische Eigenschaften, größere Widerstandsfähigkeit gegen lokal auftretende Konsumenten, Parasiten und Krankheitserreger ([48], SCHMIDMEIER, 2000).

➢ ***Pflegetechnik***

Die naturnahen, aus autochthonem Saatgut entwickelten Pflanzenbestände können dem Entwicklungsziel der Schwachwüchsigkeit bei Artenreichtum entsprechen. Eine Reduzierung der Pflege aufgrund geringeren Wuchses ist zu erwarten ([48], SCHMIDMEIER, 2000).

➢ ***Arten- und Naturschutz***

Die Ausbringung von standortheimischen Saatgut entspricht den Anforderungen des § 20d (2) Bundesnaturschutzgesetz, der die Ansiedlung gebietsfremder Pflanzen verbietet, wenn die Gefahr einer Verfälschung der heimischen Pflan-

zenwelt oder eine Gefährdung des Bestandes nicht auszuschließen ist ([75], BNATSCHG, 1998). Die zentralen Aufgaben des Arten- und Biotopschutzes:

- „Erhaltung der evolutiv gewachsenen Vielfalt der Arten, auch in ihren intraspezifischen Kleinsippen, bis hin zu lokalen Rassen,
- die Erhaltung dieser Arte in ihrer geographischen Anordnung,
- die Erhaltung der Arten mit ihren spezifischen Standorten und in ihren charakteristischen Lebensgemeinschaften“ ([17], FLL, 1999).

Die Schaffung wertvoller, naturnaher, als Biotopverbund funktionierender Pflanzenbestände wird ermöglicht.

➢ ***Ästhetik***

Die Begrünung von Rohbodenflächen mit standortheimischem Saatgut schafft die ideale Vorraussetzung zur Eingliederung der Flächen in das Landschaftsbild, da nur Pflanzen ausgebracht werden, die in ihrem Artenspektrum (und evt. Blütenreichtum) für den Naturraum typisch sind.

4.2.2.3 Vor- und Nachteile von Gewinnungs- und Übertragungstechniken von standortheimischen Gräsern und Kräutern

Wenn die Begrünung mit standort-, areal- und funktionsgerechtem Saatgut stattfinden soll, hängt die Wahl der Begrünungsmethode (siehe Kapitel 2.3) von der Einschätzung und Bewertung der Standortverhältnisse, der Verfügbarkeit (z.B. von Heudruschproduzenten) und den Vor- und Nachteilen der jeweiligen Methode ab. Die letzteren sind in nachfolgender Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 11 : Vor- und Nachteile der besonderen Begrünungsverfahren zur Übertragung von standortheimischem Saatgut

Vorteile	**Nachteile**
Heumulchsaat	
• regionale Herkunft • sichere Übertragung der meisten charakteristischen Grünlandarten • ideal für Magerrasen • Übertragung von Kleintieren / Mikroorganismen, Moosen und Flechten	• Artenzusammensetzung und Ergebnis nicht sicher vorhersagbar • manchmal mehrere Mahdtermine • teilweise schwierig zu beschaffen • Transport und Lagerung aufwendig

• gute Erosionsschutzwirkung • ökonomisch interessante Nutzung von naturschutzfachlich wertvollen Grünlandbeständen • einfach zu handhaben	
Heudruschsaat	
• regionale Herkunft • sichere Übertragung der meisten charakteristischen Grünlandarten • ideal für Magerrasen • Übertragung von Mikroorganismen • Geringer Transport- und Lageraufwand • Erosionsschutzwirkung • ökonomisch interessante Nutzung von naturschutzfachlich wertvollen Grünlandbeständen • geringer Aufwand der Ausbringung	• Artenzusammensetzung und Ergebnis nicht sicher vorhersagbar • manchmal mehrere Mahdtermine • teilweise schwierig zu beschaffen • spezielle Maschinenausstattung notwendig • Aufwand für Dreschvorgang
Ökotypensaatgut	
• sichere Ansaatmethode • fertige Mischungen oder Einzelsaatgut gewünschter Arten für viele Biotoptypen verfügbar • breites Anwendungsspektrum • gezielte Entwicklung • bekanntes Arteninventar • kaum Transport- und Lageraufwand • Einzelarten können gezielt ausgebracht werden • einfache Qualitätsüberprüfung des Saatgutes auf Reinheit und Keimfähigkeit	• i.d.R. noch nicht regionaler Herkunft • Erosionsschutz nur in Verbindung mit speziellen Maßnahmen (Kleber, Pioniersaaten, Mulchdecke) • wenig beachtete Arten fehlen (z.B. Moose) • spezielle regionale Kleinarten sind selten im Angebot
Grünlandboden	
• regionale Herkunft • Wiederverwendung von Oberboden nach der Baumaßnahme • Übertragung von Kleintieren / Mikroorganismen, Moosen, Flechten • gewisse Erosionsschutzwirkung	• Entwicklungsgeschwindigkeit, Artenzusammensetzung und Ergebnis von allen Verfahren am unsichersten • u.U. hoher Transportaufwand • oft gewünschte Entwicklungen durch unbekannte Diasporen im Boden • Lagerfähigkeit unsicher

(Quelle: [17], FLL , 1999, S. 16, verändert nach: WITT und DITTRICH 1996)

Im folgenden Text wird ausschließlich auf die Heumulchgewinnung und - saat eingegangen, weil die Versuchsdurchführung (Kapitel 3) mit diesem Material erfolgte. Zum Beispiel wurden von STOLLE ([55],1993), MOLDER ([34],1995), KIRMER ([28] 1997) sehr positive Erfahrungen z.B. hinsichtlich der Übertragungsrate von Pflanzenarten und der Erosionsschutzwirkung des Heumulches gesammelt.

4.2.3 Allgemeine Anwendungsmöglichkeiten von Heumulch

Die Verwendbarkeit von Heumulch ist vielfältig. Das Begrünungsziel, die Vereinbarkeit der Gewinnungs- und Begrünungstermine und die örtlichen Verfügbarkeiten sind ausschlaggebend für die Wahl der günstigsten Verwendung von Heumulch.

- ***Verwendung als diasporenhaltiges Mulchmaterial***

Das heißt, bei der Mahd werden gezielt Diasporen bestimmter Pflanzenarten geerntet, die zum Mahdtermin reif und/oder in der Lage sind nachzureifen (Süßgräser). Das kann an einem Mahdtermin oder an gestaffeltem Mahdterminen geschehen. Heumulch aus einem Werbungsvorgang kann allein als diasporenhaltiges Material ausgebracht werden, oder mit Zusatz von passendem standortheimischem Saatgut (Ökotypensaatgut), (STOLLE, mdl., Anhang 7, Aktennotiz Nr. 8). Der Vorteil des alleinigen Auftrages besteht in der Förderung der Sukzession, indem standortgeeignete Pflanzenarten der Kontaktvegetation (soweit vorhanden) sich ansiedeln können. Mit dem Zusatz von Ökotypensaatgut erfolgt eine bessere Absicherung des Begrünungserfolges und des Artenreichtums. Gestaffelte Mahdtermine dienen der Beerntung eines größeren Artenspektrums. Entsprechender zeitlicher Vorlauf zum Begrünungstermin und erhöhter Aufwand an Technikeinsatz sind hierbei Vorraussetzung.

Das diasporenhaltige Mulchmaterial kann auf der Begrünungsfläche getrocknet oder auch frisch ausgebracht werden. Die Vorteile der Ausbringung frischen, diasporenhaltigen Aufwuchses liegen im geringen Verlust an Diasporen während der Gewinnung und der Ausbringung, und der ausgezeichneten Klebewirkung des Materials auf den Böschungsflächen (KIRMER, mdl., Anhang 7, Aktennotiz Nr. 10). Nachteile sind aufwendige Lade-, Transport- und Auftra-

gungsvorgänge, sowie die unflexible Planbarkeit der Gewinnungs- und Auftragstermine. Die Verwendung getrockneten, diasporenhaltigen und evt. weiterverarbeiteten Heumulchmaterials riskiert mögliche Verluste an Diasporen durch die mechanischen Einwirkungen bei den Mahd-, Trocknungs-, Press- und Zerkleinerungsvorgängen. Vorteile sind: flexiblere Terminplanung zwischen Gewinnung und Auftrag, vielfältigere und weniger aufwendige Anwendungs- und Auftragsmöglichkeiten, längere Lagerungsfähigkeit.

- ***Verwendung des Heus als reines Mulchmaterial***

Dabei werden beim Heumulch nur die physikalischen Eigenschaften und Vorteile wie Erosionsschutz, Verbesserung des Oberflächenklimas, aber auch die Übertragung von Kleintieren, Mikroorganismen, Moosen und Flechten genutzt. Bei der Mahd steht nicht das Ziel der Diasporengewinnung im Vordergrund, deshalb müssen auch keine bestimmten Termine eingehalten werden. Unbeabsichtigt geworbene Diasporen werden als positive Beimengung betrachtet. Durch Zusatz von Ökotypensaatgut kann die Begrünung gezielt beeinflusst werden. Besteht die Möglichkeit, die Begrünungsflächen ausschließlich der Sukzession zu überlassen, wird auf jeglichen Zusatz von Saatgut verzichtet, das Heu dient als inertes Material der Förderung der Sukzession (STOLLE, mdl., Anhang 7, Aktennotiz Nr. 8).

4.3 Die Festlegung und Untersuchungen der Gewinnungsflächen

4.3.1 Suche und Festlegung der Gewinnungsflächen

Die Suche und Festlegung der Gewinnungsflächen für diasporenhaltigen Heumulch zählt zu den wichtigen Vorarbeiten der Begrünungsmaßnahme. Dabei sollten geeignete Experten, das autorisierte Büro, das Begrünungsunternehmen und die zuständigen Behörden beteiligt sein. Bei der Suche können unter anderem Landschaftspflegeverbände, zuständige Forstämter, Naturschutzbehörden und Landwirte unterstützen.

4.3.1.1 Herkunftsgebiete

Die entscheidende Frage bei der Gewinnung von autochthonem, diasporenhaltigem Heumulch ist die nach der Abgrenzung der Herkunftsgebiete, in deren Grenzen der Begriff „standortheimisch“ oder autochthon auf Gräser und Kräuter angewendet werden kann. Bisher gibt es dazu noch keine gültige Definition. Einerseits wird auf die Abgrenzung der Herkunftsgebiete nach SCHMITT und WOIKE (1994) bzw. SCHMIDT und KRAUSE (1997) verwiesen, die für autochthone Gehölze festgelegt wurden ([17] FLL, 1999). Hierbei wurden die forstlichen Herkunftsgrenzen ausgewiesen. Den Hauptanhaltspunkt geben damit allgemein die naturräumlichen Untergliederungen Deutschlands, die in der Abbildung dargestellt sind. Einen weiterer wichtiger Anhaltspunkt sind die jeweiligen Verbreitungsgebiete der Gräser- und Kräuterarten – ihre Areale (siehe Kapitel 2.2). Diese sind für die jeweiligen Pflanzenarten in den Verbreitungsatlanten, wie der „Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands“ dargestellt. Betrachtet man zusätzlich die taxonomische Differenzierung der Arten, d.h. dass die Unterarten oft unterschiedliche Areale haben und sogar auf der Ebene der Varietät signifikante Verbreitungsunterschiede bestehen([68], Zahlheimer, 2000), und dass es sich zudem noch um dynamische Vorgänge handelt ([35], Molder, 2000) , zeigt sich das Problem der Abgrenzung von Herkunftsgebieten in seiner vollen Breite. Den wirtschaftlich angestrebten und praktisch anwendbaren, möglichst großen Herkunftsgebieten steht die Erhaltung der biologischen Vielfalt auch innerhalb der Arten, die wesentlich kleinräumiger ausgelegt ist, entgegen.

(Quelle: [22], HAEUPLER, 2000)

Abbildung 13 : Naturräumliche Großeinheiten nach KLINK (1990) aus POTT (1995)

Die Diskussion um die sinnvolle Abgrenzung der Herkunftsgebiete hat noch keine befriedigenden Ergebnisse gebracht. Es sollte deshalb weiterhin auf Grundsätze, wie:

- das auszubringende Saatgut sollte von einem zur Ausbringungsfläche möglichst nahe gelegenem Vorkommen der gleichen Art aus vergleichbarem Standort stammen ([17], FLL, 1999),
- die Gewinnungsflächen sollten dabei im selben Naturraum liegen,

verwiesen werden, da sie vertretbar und folgerichtig sind. Die Lage der Begrünungs- und Gewinnungsflächen in einem Naturraum ist praktisch umsetzbar, auch wenn dabei die innerartliche Vielfalt der Pflanzen nicht bis in die kleinste Untergliederung und Verbreitungseinheit berücksichtigt werden kann. Diese Zugeständnisse von naturschutzfachlicher Seite aus können akzeptabel sein, wenn man

- erstens die höhere Wertigkeit des standortheimischen Saatgutes gegenüber den Regelsaatgutmischungen an sich bedenkt (siehe Kapitel 4.2.2.2),
- und zweitens, dass eine Integration des standortheimischen Saatgutes in die Begrünungsverfahren der Praxis nur dann wirklich erfolgen kann, wenn sie praktisch ausführbar und bezahlbar bleibt.

4.3.1.2 Abgrenzung von allochthonen und autochthonen Beständen

Nicht alle beerntbaren Pflanzenbestände, die die oben angeführten Vorraussetzungen erfüllen, können als autochthon bezeichnet werden. Der Mensch hat die Landschaft durch Ausbringung nicht standortheimischer Pflanzen geprägt und verändert. Mit der Beachtung folgender Punkte können autochthone Pflanzenbestände zur Gewinnung festgelegt werden:

- es sind natürlich gewachsene Bestände mit mindestens 20-jähriger Grünlandnutzung, die keine Ansaat und Düngung erfahren haben,
- sie sind artenreich und beinhalten Magerkeitszeiger,
- sie besitzen eine ausreichende Mindestgröße und können durch Mahd bewirtschaftet werden ([34], MOLDER, 1995).

Diese Informationen sind meist über die Bewirtschafter selbst zu erfahren, wie Landschaftspflegeverbände, Landwirte, Schäfereibetriebe und Naturschutzbe-

hörden. Handelt es sich um wertvolle Pflanzenbestände, beispielsweise in einem NSG, können Naturschutzbehörden und Landschaftspflegeverbände Auskunft geben. Hinweise geben ebenso bereits vorhandene Kartierungen, wie die Wald- und Offenland – Biotopkartierungen, die den Naturschutzbehörden zur Verfügung stehen.

4.3.2 Voruntersuchungen auf den potentiellen Gewinnungsflächen

Vor der endgültigen Festlegung als Gewinnungsflächen sollten bei den der engeren Wahl unterzogenen Flächen folgende Voruntersuchungen durchgeführt werden:

- Vergleich des vorkommenden Artenpotentials mit der potentiellen Saatgut – Artenliste (Kapitel 4.1.2), ob auf der Fläche genügend gesuchte Arten vorkommen, die im geplanten Zeitraum gemäht werden können, eine Aufnahme des Artenspektrums durch Begehen der Flächen ist ausreichend,
- Untersuchung zur Vergleichbarkeit der Standortverhältnisse der Gewinnungsflächen mit denen der Begrünungsflächen hinsichtlich:
    - Höhenstufe
    - geologischem und pedologischem Untergrund (pH – Wert!)
    - Wasserhaushalt
    - Nährstoffhaushalt
    - Belichtungsverhältnissen.

Nach der Festlegung als Gewinnungsfläche sollte eine stichprobenartige Erfassung der Standortverhältnisse erfolgen, die den im Kapitel 4.1 angeführten Untersuchungen entsprechen, damit die Werte vergleichbar und die Standorte ausreichend beurteilt werden. Nicht alle der aufgezählten Standortparameter werden übereinstimmen können. Dann ist es eine Frage der Erfahrung der zuständigen Experten, die Unterschiede abzuwägen und Schwerpunkte zu setzen. Zumal durch den Einsatz von Bodenverbesserungsmitteln und Düngern bei der Begrünungsmaßnahme einige Unterschiede und Defizite ausgeglichen werden können.

4.3.3 Vegetationskundliche Untersuchungen auf den Gewinnungsflächen

Nach den Voruntersuchungen und der Festlegung der Gewinnungsfläche(n), folgen die vegetationskundlichen Untersuchungen des gewinnbaren Materials. Diese sollten in der Vegetationsperiode der Mahd erfolgen:

- Feststellung des gesamten Artenpotentials der Gewinnungsfläche,
- Reifegrade – Bestimmungen für die Festlegung des günstigsten Mahdtermines.

Beide Untersuchungen lassen sich am günstigsten durch Festlegung von Probeflächen (siehe Kapitel 3.3.4.2) durchführen. Die Größe der Flächen, ihre Anzahl und Anordnung richtet sich nach der Homogenität der Flächen. Auf diesen Probeflächen sollte im Abstand von ca. 7-10 Tagen der Reifegrad der Pflanzenarten festgestellt werden, eine Artenerfassung mit Feststellung der Deckungsgrade ist für die erste Kartierung ausreichend, da sich kaum Änderungen in den folgenden Wochen ergeben. Die Reifegrade – Bestimmungen sind an die phänologischen Beobachtungsmethoden angelehnt. Nach DIERSCHKE (1989,1994) werden für sommergrüne Laubhölzer, Kräuter und Gräser die Entwicklungsvorgänge in vegetativen und generativen Phänostufen unabhängig voneinander angesprochen ([63], TRAXLER, 1998).

Tabelle 12 : Phänologische Aufnahmeschlüssel nach DIERSCHKE (1989,1994) für Kräuter und Gräser

	Generative Phänostufen Kräuter	**Generative Phänostufen Gräser/Grasartige**
0	Ohne Blütenknospen	Ohne erkennbaren Blütenstand
1	Blütenknospen erkennbar	Blütenstand erkennbar, eingeschlossen
2	Blütenknospen stark geschwollen	Blütenstand sichtbar, nicht entfaltet
3	Kurz vor der Blüte	Blütenstand entfaltet
4	Beginnende Blüte	Erste Blüten stäubend
5	Bis 25 % erblüht	Bis 25 % stäubend
6	Bis 50 % erblüht	Bis 50 % stäubend
7	Vollblüte	Vollblüte
8	Abblühend	Abblühend
9	Völlig verblüht	Völlig verblüht
10	Fruchtend	Fruchtend
11	Ausstreuen der Samen bzw. Abwerfen der Früchte	Ausstreuen der Samen

(Quelle: [63], TRAXLER, 1998,S. 159/160)

Für die Festlegung des Mahdtermines sind die generativen Phänostufen von Bedeutung. Die Angaben werden immer für den mittleren Entwicklungsstand der Pflanzenarten gemacht. Für die formulierte Zielstellung der Reifegrad – Bestimmungen sind diese 11 Phänostufen nach DIERSCHKE zu differenziert. Deshalb wurde folgende Vereinfachung vorgenommen, die bereits im Kapitel 3.3.4.2 angeführt wurde und auf Gräser und Kräuter gleichermaßen angewendet wird.Als Übergänge können Zwischenstufen angegeben werden, z.B. -/* entspricht beginnender Blüte. Auch hier beziehen sich die Angaben auf den mittleren Entwicklungsstand. Die Reifegrad – Stufen werden für die Probeflächen und die jeweiligen Pflanzenarten protokolliert (siehe Anhang 4). Der Entwicklungsverlauf ist damit nachvollziehbar und der günstigste Mahdtermin bestimmbar.

Tabelle 13 : Vereinfachung der Phänostufen nach Dierschke zu Reifegrad – Stufen zum Zweck der Bestimmung des günstigsten Mahdtermins zur Heumulchgewinnung

Phänostufen nach DIERSCHKE		**Vereinfachte Reifegrad - Stufen**	
0	Ohne Blütenstand/ - knospen	-	nicht blühend
1	Blütenstand / - knospen erkennbar		
2	Blütenstand / - knospen sichtbar		
3	Kurz vor der Blüte / Blütenstand entfaltet		
4	Beginnende Blüte / Erste Blüten stäubend	*	blühend
5	Bis 25 % erblüht / Bis 25 % stäubend		
6	Bis 50 % erblüht/ Bis 50 % stäubend		
7	Vollblüte		
8	Abblühend	**	verblühend
9	Völlig verblüht		
10	Fruchtend	***	reifend
11	Ausstreuen der Samen	****	reif / ausfallend

4.4 Die Heumulchgewinnung unter Einsatz landschaftspflegerischer und landwirtschaftlicher Techniken

4.4.1 Festlegung des günstigsten Mahdtermins

Die Mahdtermine für den 1. Schnitt der Heuwerbung in der Landwirtschaft geben die erste Orientierung für die Gewinnung von diasporenhaltigem Heumulch.

Tabelle 14 : Feldtage für 1. Schnitt (nach PFAU, verändert)

Zone	Günstigster Zeitraum für 1. Schnitt
1. Niederrhein	21. – 31.05.
2. Norddeutschland	01. – 10.06.
3. Mittel- und Süddeutschland	11. – 20.06.
4. Mittelgebirge	21. – 30.06.
5. Hunsrück, Schwarzwald, Alpen	01. – 10.07.

(Quelle: [23] Hydro Agri Dülmen GmbH, 1993, S. 500, verändert)

Die meisten Grünlandarten haben nach NOWAK (1991) aus MOLDER ([]1995) zum Zeitpunkt des 1. Schnittes die Hauptblüte hinter sich. Doch die traditionellen Schnitttermine sind nicht nur abhängig von der geographischen Lage des Standortes (siehe Tabelle), sondern auch von:

- der Höhenlage,
- der Exposition,
- der Witterung (Niederschläge, Temperaturverläufe und – schwankungen),
- der Beschaffenheit des Bodens.

Deshalb können die traditionellen Schnitttermine nur Richtwerte sein, sie ersetzen nicht die Reifegradbestimmungen auf den Gewinnungsflächen. MOLDER ([34],1995) formuliert, dass bei der Verwendung von samenreifem Heu die Übertragung von den Arten wahrscheinlich ist, die sich zum Zeitpunkt der Mahd im abblühendem bis reifem Zustand befinden. Besonders die Gräser reifen während der Trocknung und der Lagerung nach und sind vom Ausfallen bedroht. Auf die angeführten Reifegrad – Stufen angewendet bedeutet das, dass die Mahd dann stattfinden sollte, wenn die meisten gewünschten Arten die Stufen:

** verblühend

*** reifend

erreicht haben. Ein weiterer Faktor ist die Witterung in diesem Zeitraum. Soll das Material auf der Fläche trocknen und balliert werden, so muss 3 – 4 Tage lang günstige Witterung herrschen, d.h. vor allem starke Sonneneinstrahlung, keine Niederschläge. Das kann auch auf später gelagerte Mahdtermine angewandt werden, bei denen dann die Gewinnung der Diasporen von Kräutern im Vordergrund steht. Wird die Mahd durch die Bewirtschafter der Fläche oder andere Dritte durchgeführt, so ist eine kurzfristige Terminabsprache von großer Wichtigkeit.

4.4.2 Die Mahd und einsetzbare Technik

Bei der Heumulchgewinnung kann auf landschaftspflegerische und landwirtschaftliche Techniken zurückgegriffen werden. Oberstes Gebot beim Einsatz der Technik ist die möglichst schonende Verfahrensweise, d.h. bei allen Verfahrensschritten (außer bei der Zerhäckslung, siehe Kapitel) sollte größtmöglichster Verzicht auf mechanische Beanspruchung beachtet werden. Ziel dabei ist, den Verlust an Diasporen durch mechanische Einwirkungen, besonders bei getrocknetem Material, zu minimieren. Die Ausführung der Mahd kann durch die Bewirtschafter der Flächen (Landwirte, Schäfereibetriebe) erfolgen – die Kapazitäten (Maschinen und Lagerflächen) sind meist vor Ort vorhanden. Wenn das nicht der Fall sein sollte, kann das Begrünungsunternehmen diese Aufgabe übernehmen. Bei den folgenden Ausführungen wird auf die Beschreibung der Handarbeiten verzichtet (Mähen mit der Sense, Wenden und Schwaden mit der Hand), da diese Methoden heute nur noch für den Privatgebrauch verwendet werden und wirtschaftlich / zeitlich für größere Flächen nicht tragbar sind. Aber es muss hinzugefügt werden, dass diese Methoden die schonensten Verfahren für die Heumulchgewinnung sind.

- ***Trägerfahrzeuge und Auslegergrundgeräte***

In der Landschaftspflege und Landwirtschaft dominiert der Einsatz von Kombinationen von Träger- bzw. Zugfahrzeugen mit An- und Aufbaugeräten. Der technische Aufwand, die Anschaffungs- und Unterhaltungskosten sind günstiger

als bei Spezialmaschinen mit eigenem Antrieb. Ein weiterer Vorteil ist die beinahe uneingeschränkte Verfügbarkeit von landwirtschaftlichen Schleppern als Träger- bzw. Zugfahrzeuge. Ihr Einsatz zu landschaftspflegerischen Zwecken, denen die Heumulchgewinnung in den meisten Punkten entspricht, ist vor allem vom Gewicht, der Bereifung und der Antriebsart der Fahrzeuge abhängig. Die Leistungsklasse und Fahrzeuggewicht sollten so gering wie möglich sein, um den durch die Reifen erzeugten Bodendruck und damit verbundene Schädigungen der Vegetation niedrig zu halten. Als Antriebsart ist der Allradantrieb der günstigste. Die Bauweise des Fahrzeuges sollte auch für Hanglagen tauglich sein. Die Anzahl der Anbau- und Aufbauräume bestimmt die Einsatz- bzw. Kombinationsmöglichkeiten von verschiedenen Arbeitsgeräten ([4], BLfU, 1993).

Tabelle 15 : Vergleich von Trägerfahrzeugen und Auslegergrundgeräten hinsichtlich der Einsetzbarkeit zur Heumulchgewinnung

Trägerfahrzeuge und Auslegergrundgeräte	**Vorteile**	**Nachteile**
Allradschlepper	• Allradantrieb • universell einsetzbar • alle landwirtschaftliche Geräte anbaubar • zweiter Anbauraum, mögliche Zusammenfassung von Arbeitschritten	• geringere Wendigkeit in klein strukturiertem Gelände • nicht alle Allradschlepper für schonenden Einsatz verwendbar (Gewicht, Bereifung, Leistungsklasse)
Systemschlepper	• Allradantrieb • universell einsetzbar • alle landwirtschaftliche Geräte anbaubar • dritter Anbauraum, mögliche Zusammenfassung von Arbeitschritten – Front- und Heckaufbau bzw. -anbau, so besseres Fahrverhalten	• nicht alle Systemschlepper für schonenden Einsatz verwendbar (Gewicht, Bereifung, Leistungsklasse)
Hangschlepper	• gute Hangeigenschaften • hohe Wendigkeit	• weniger häufig anzutreffen, da Einsatz nur dort sinnvoll, wo

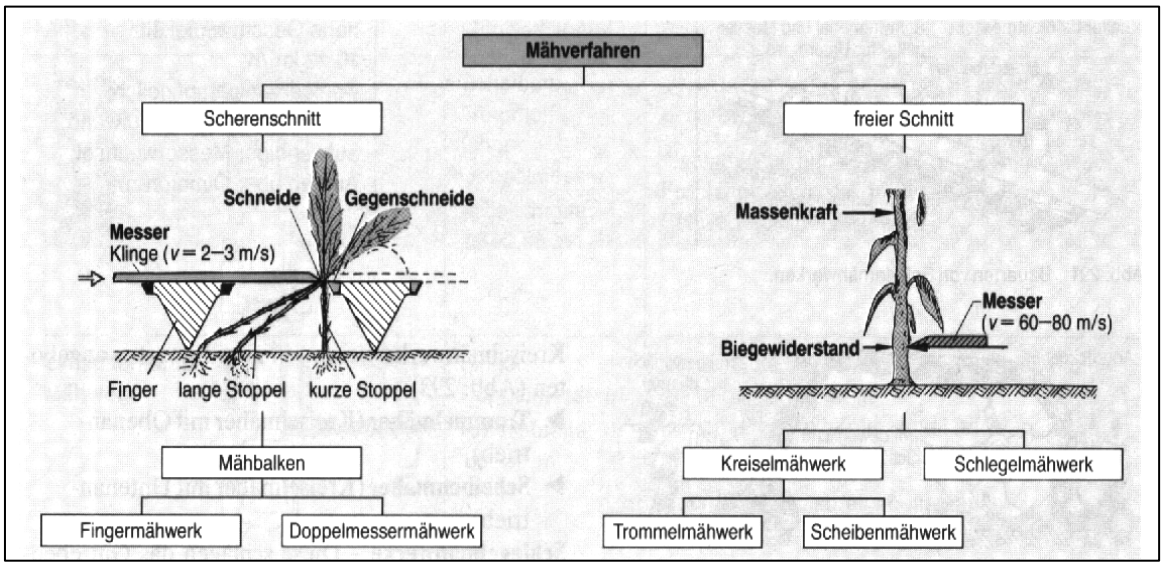
	• breites Einsatzspektrum • zweifacher Anbauraum für Geräte	Allrad- bzw. Trac-Schlepper nicht mehr geeignet sind
Einachsfahrzeuge	• leicht, kompakt, wendig • Anbau von Mähwerken möglich	• Einsatz nur für kleinere, schwer zugängliche Flächen rentabel • keine Kombination von Arbeitschritten möglich
Raupenfahrzeuge	• vielseitiger Anbau von Arbeitsgeräten möglich • gute Hangeigenschaften, hohe Geländetauglichkeit	• leichte Mähraupe wegen geringer Leistung bei hohen Betriebskosten nur für extreme Bedingungen empfehlenswert • schwere Raupen weniger wendig • Schädigung der Grasnarbe möglich
Allzweckfahrzeuge	• kompakt, Leichtbauweise • gute Hangeigenschaften • wendig • gute Alternative zu Raupenfahrzeugen	• An- und Abbau der Ketten umständlich, nicht im Gelände möglich • nicht für den Straßenverkehr zugelassen
Auslegergrundgeräte	• Spezialmaschine für universellen Einsatz in der Landschaftspflege	• Einsatzschwerpunkt: Pflege von Linearstrukturen (Gewässer, Böschungen) • zur flächigen Mahd Einsatz unwirtschaftlich • zweite Arbeitskraft zur Bedienung nötig • hohe Anschaffungs- und Reparaturkosten

(zusammengestellt unter Verwendung von: [4], BLfU, 1993)

- ***Mähwerke***

Mähwerke werden nachfolgend hinsichtlich ihrer technischen Eignung zur schonenden Heumulchgewinnung näher betrachtet. Sie werden, wie in der Abbildung dargestellt, nach ihrer Arbeitweise unterteilt.

Abbildung 13 : Unterteilung der Mähwerke hinsichtlich ihrer Arbeitweise

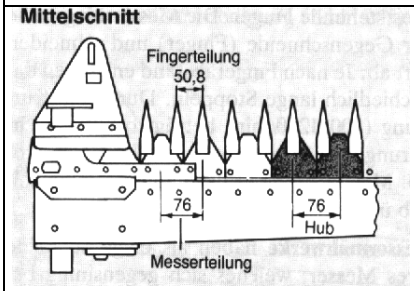
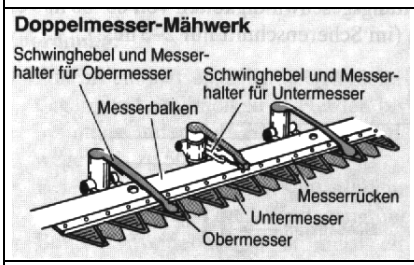
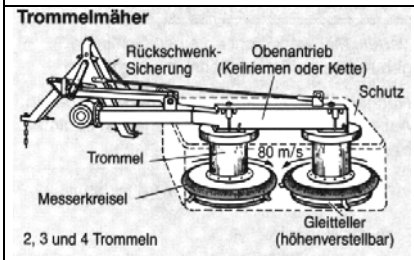
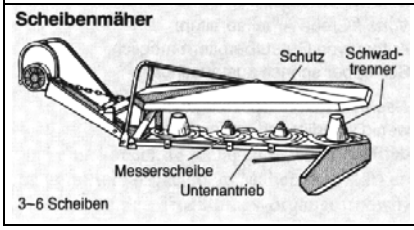


(Quelle: [66], WENNER, 1986, S. 251)

Wie in der Tabelle 15 aufgezeigt, eignen sich bis auf das Trommelmähwerk alle Mähwerke zur Heumulchgewinnung. Bei keinem wird durch das Abschneiden das Mähgut überflüssig mechanisch strapaziert. Allerdings sind folgende Faktoren der Einstellung der Mähwerke noch zu beachten:

- möglichst niedrige Umdrehungszahlen einstellen (800 – 900 Umdrehungen/min), das führt zwar zu niedrigen Arbeitsgeschwindigkeiten, ist aber schonender bei der Ablage des Mähgutes
- Knickzetter, die direkt am Mähwerk angebracht sind oder als separates Gerät eingesetzt werden, dienen der Knickung des Mähgutes und damit der Förderung des Trocknungsprozesses; es muss zwischen der Ausfallempfindlichkeit der Diasporen zum Mahdzeitpunkt und der Beschleunigung der Trocknung entschieden werden, dementsprechend sollte der Knickzetter aus- oder eingestellt werden; schonender in der mechanischen Beanspruchung ist aber der Abbau oder das Abstellen des Knickzetters.

Tabelle 16 : Vergleich der Mähwerk - Bauarten hinsichtlich ihrer Qualitäten und der Eignung zur schonenden Heumulchgewinnung

Mähwerk - Bauarten	**Bewertung**
Balkenmähwerke	
	**Fingermähwerk** • hohe Verstopfungsgefahr – störanfällig! • sauberer Schnitt bei allen Grasarten, gleichmäßige Schnittgutablage • Mittelschnittbalken werden überwiegend in der Landschaftspflege eingesetzt • Kurbelbewegungen 800-1200/min → *bei niedrigen Umdrehungszahlen gute Eignung*
	**Doppelmessermähwerk** • höherer Verschleiß durch Fremdkörperempfindlichkeit, höherer Wartungsaufwand • weniger verstopfungsanfällig, höhere Arbeitsgeschwindigkeit • gleichmäßige Schnittgutablage → *gute Eignung*
Kreiselmähwerke	
	**Trommelmäher** • Mahd mit gleichzeitiger hoher, schmaler Schwadbildung • aufwendige Bauart, großes Gewicht, nur für Heck- und Frontanbau, unempfindlicher → *wenig geeignet, da hohe, schmale Schwaden längere Trocknungszeiten benötigen oder zusätzliches Zetten/Wenden*
	**Scheibenmäher** • Leichtere Bauweise • flacher Schwad bei mangelnder Schwadtrennung → *gute Eignung*

(zusammengestellt unter Verwendung von: [66], WENNER, 1986)

4.4.3 Die Trocknung und einsetzbare Technik

Frisches Gras hat zum Schnittzeitpunkt einen Feuchtegehalt von 80 – 85 %. Damit es lagerstabil wird, muss dieser Feuchtegehalt auf 14 – 18 % gesenkt werden ([31], LAMPETER, 1982). Es gibt verschiedene Trocknungsverfahren in der Landwirtschaft:

- Bodentrocknung
- Belüftungstrocknung (kalt oder warm)
- Warmlufttrocknung
- Heißlufttrocknung.

Die Belüftungstrocknung, Warmlufttrocknung und Heißlufttrocknung erfordern erheblichen technischen Aufwand an Geräten und Gebäuden, sie dienen der Gewinnung von hochwertigem Qualitätsfutter. Auf diese Verfahren wird deshalb nicht näher eingegangen. Die Bodentrocknung, wie auch im Begrünungsversuch beschrieben, genügt den Ansprüchen der Gewinnung von diasporenhaltigem Saatgut: verfahrens- und kostentechnisch. Sie setzt allerdings günstige Trocknungsbedingungen auf der Fläche voraus, ist also witterungsabhängig. Folgende Eigenschaften werden der Bodentrocknung zugeschrieben:

- Temperatur der Trocknungsluft: 20 – 30 °C
- Trocknungsdauer: 3 – 5 Tage
- kein Kapitalbedarf
- keine Kosten
- Nährstoffverluste bis 50 %
- Vorteil: billig
- Nachteil: hohe Nährstoffverluste (witterungsbedingt, Bröckel- und Atmungsverluste), ([66], WENNER, 1986) .

Da der Nährstoffgehalt bei Heumulch kaum von Belang ist, kann der Nachteil des Nährstoffverlustes akzeptiert werden. Die Bewirtschafter der Flächen, Landwirte und Schäfereibetriebe, haben langjährige Erfahrungen in der Einschätzung des Fortschreitens des Trocknungsvorganges und Bestimmung des optimalen, lagerungsstabilen Feuchtegehaltes des Heus. Der Feuchtegehalt oder auch der Trockensubstanzgehalt des Heumaterials sollte bei der Bodentrocknung spätestens vor dem Abtransport und der Einlagerung des Gutes erfolgen. Man kann den Trockensubstanzgehalt einerseits mit der Labormethode im Trockenschrank bei 105°C bestimmen, anderseits wurden Schnellbestimmungsgeräte entwickelt, mit denen man diesen Parameter innerhalb von 20 – 30 min mit ausreichender Genauigkeit festgestellt werden ([7], BERG & SCHRADER, 1989). Um den Feuchtegehalt des Materials auf den Flächen vor Ort einschätzen zu können, ist die sensorische Prüfung des Heus nach folgender Tabelle 16 geeignet:

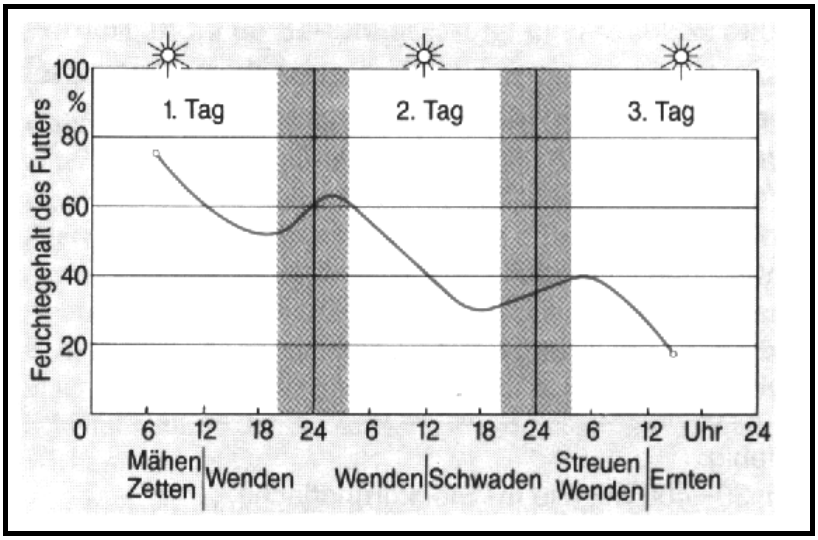
Tabelle 17 : Beurteilung des Feuchtegehaltes bei Grüngut

Feuchtegehalt %	Merkmale
85 – 75	frisch geschnitten, keine Welkeerscheinungen
75 – 60	Blätter welken, Farbe blass, Stängel noch prall und grün
60 – 50	Blätter noch weich, Stängel welken und blassen, Gut gabelt sich schwer
50 – 40	Blätter beginnen zu rascheln, Stängel noch zäh, Farbe bereits einheitlich, gabelt sich leichter
40 – 30	Blätter bereits trocken, rascheln, bei Nagelprobe Saftaustritt am Stängel, Bröckelverlustgefahr
30 – 25	Stängel noch weich, aber bei Nagelprobe kein Saftaustritt mehr, Bröckelverlustgefahr
20	Stängel sperrig, bricht mit glattem Bruch, größte Bröckelverlust, Heu lagerfähig

(Quelle: [] WENNER, 1986, S. 299)

Die mechanische Bearbeitung durch Zetten, Wenden und Schwaden unterstützt die Trocknung und senkt das Wetterrisiko (siehe Abbildung 14). Dabei zeigt sich das Problem für die Heumulchgewinnung für Begrünungszwecke, weil mechanische Beanspruchungen möglichst zu vermeiden sind. Lösungsansätze sind in der Einsparung von 1 oder 2 der Arbeitsvorgänge zu sehen. Das Zetten ist nur dann nötig, wenn der beim Mähen gebildete Schwaden zu schmal und zu hoch ist, das Gras also zu wenig ausgebreitet auf der Fläche liegt. Dieser Arbeitsvorgang ist meist mit der Mahd verbunden und lässt sich durch ein passenderes Mähwerk (Balkenmähwerke, Scheibenmähwerk) und Einstellung eines breiten Schwadens während des Mähens von vornherein vermeiden. Das Wenden dient der Auflockerung , um ein gleichmäßigeres und schnelles Abtrocknen zu gewährleisten.

Abbildung 14 : Trocknungsverlauf bei der Heuwerbung



(Quelle: [66], WENNER, 1986, S. 301)

Bei guter Witterungslage (hohe Temperaturen, viel Sonneneinstrahlung, Belüftung durch Wind), breiter Schwadung bei der Mahd und mäßiger Materialmenge (wie z.B. bei Trockenrasen) ließe sich der Vorgang des Wendens einsparen, indem nach guter Durchtrocknung des Heus nach ca. 2 Tagen nur geschwadet wird (auf 60 – 150 cm breite Streifen), das Material noch einmal 1 – 2 Tage trocknen kann und dann aufgenommen und gepresst wird.

Tabelle 18 : Vergleich verschiedener Werbegeräte hinsichtlich ihrer Arbeitsqualität und Eignung zur Heumulchgewinnung

Arbeitsqualität	Spezialgeräte				Universalgeräte	
	Wenden	Schwaden				
	Kreisel-zett-wender	Stern-rad-rechen	Kreisel-schwader	Trommel-schwader	Bandrech-wender	Kreisel-rech-wender
Zetten	++	-	-	-	+	+
Wenden	++	(+)	-	-	+	++
Schwaden	-	+	++	++	++	++

Arbeitsqualität:
- \- nicht geeignet
- (+) bedingt geeignet
- \+ gut geeignet
- ++ sehr gut geeignet

Eignung zur Heumulchgewinnung: relativ gut geeignet, da schonend

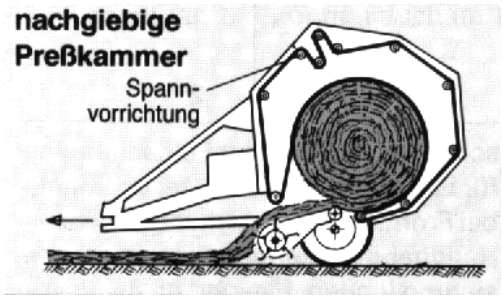
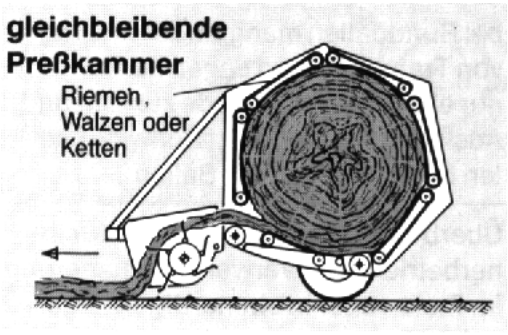
(Quelle: [66], WENNER, 1986, S. 260, verändert)

Ansonsten ist der Sternradrechen für schonende Gutbehandlung verwendbar, die weiteren in Tabelle aufgeführten Geräte haben den bekannten Nachteil der mechanischen Beanspruchung der Diasporen im Heumulch. Wenn die organisatorischen und terminlichen Möglichkeiten bestehen, kann das Mahdgut schon im frischen Zustand abtransportiert, danach sofort auf die Flächen aufgebracht oder künstlich mit den entsprechenden Anlagen getrocknet werden.

4.4.4 Das Ballenpressen und einsetzbare Technik

Die Aufnahme und Pressen des Heumaterials mit Hilfe von Rundballenpressen ist eine weithin angewandte Verfahrensmethode. Bei den Großballenpressen gibt es die Rundballen- und die Rechteckballenpressen ([66], WENNER, 1986). Die letzteren sind aufgrund der Form der Ballen ungünstig, da sie nicht im Außenbereich lagerbar sind, weil bei Niederschlägen das Wasser schlecht ablaufen kann. Deshalb sind nur die Rundballenpressen geeignet. Das Mähgut wird aus dem Schwaden mittels eines Pick-up aufgenommen und einer Presskammer zugeführt. Es gibt zwei unterschiedliche Arten von Rundballenpresskammern, die in Tabelle 18 dargestellt und verglichen werden. Wie aus den aufgeführten Eigenschaften hervorgeht, ist die gleichbleibende Presskammer am geeignetsten für die Heumulchpressung und –lagerung. Das Ballengewicht ergibt sich aus der Größe, der Verdichtung und Beschaffenheit des Mähgutes. Für Heu wird eine Dichte von 0,8 – 1,8 dt/m³ empfohlen ([66], WENNER, 1986). Die Ballen können mit Garn oder Netzfolie gebunden werden. Die Netzbindung gewährt einen gewissen Witterungsschutz und größere Stabilität während der Transport- und Lagerungsvorgänge. Infolgedessen ist sie empfehlenswert. Die Ballen können zwischen 300 und 800 kg wiegen, die Durchmesser variieren zwischen 0,6 und 1,6 m, die Läge liegt bei 1,2 m. Die Aufnahmebreite des Schwadens sollte 1,4 bis 2 m betragen. Diese Pressen sind mit entsprechenden Zugfahrzeugen auf allen relativ ebenen Flächen mit tragfähigem Grund einsetzbar. Ab einer Flächeneigung von 15 % können die Ballen abrollen, in diesem Falle ist der Einsatz einer zweiten Arbeitskraft notwendig, die die Ballen sichert nach dem Ausstoßen ([66], WENNER, 1986), evt. durch sofortiges Abfahren.

Tabelle 19 : Bewertung der 2 Bauarten von Rundballenpressen hinsichtlich ihrer Funktionsweise und der Eignung für die Heumulchgewinnung

Bauart der Ballenpresse	Bewertung für Heumulchgewinnung
	• auch variable Presskammer, vergrößert mit zunehmender Füllung die Kammer • gleichbleibende Dichte, d.h. der Kern ist fest, die Außenhülle lockerer • Ballendurchmesser beliebig veränderbar, die Dichte nicht → *weniger geeignet, da schlechte Belüftung, des Kernes, schlechter Witterungsschutz durch lockere Hülle*
	• die Verdichtung steigt mit zunehmender Kammerfüllung • d.h. der Ballenkern ist lockerer, die Außenhülle hoch verdichtet • Ballengröße unveränderlich • Verdichtung veränderbar, Anzeige des jeweiligen Verdichtungsdruckes durch Manometer → *sehr gut geeignet, da feste Außenhülle guter Witterungsschutz, der lockere Kern ist leicht durchlüftbar*

(erstellt unter Verwendung von: [66] WENNER, 1986, S. 279)

Diese Pressen sind mit entsprechenden Zugfahrzeugen auf allen relativ ebenen Flächen mit tragfähigem Grund einsetzbar. Ab einer Flächeneigung von 15 % können die Ballen abrollen, in diesem Falle ist der Einsatz einer zweiten Arbeitskraft notwendig, die die Ballen sichert nach dem Ausstoßen ([66], WENNER, 1986), evt. durch sofortiges Abfahren. Die Ballen sind für einige Zeit im Freien lagerungsfähig, sollten aber so schnell wie möglich vor Niederschlägen und übermäßiger Erwärmung geschützt werden, um die Diasporen im Heumulch zu schützen. Als Ladegerät dient ein Frontlader. Je nach den zu überwindenden Distanzen ist zwischen:

- Transport mit Frontlader und Heckgabel (für kurze Distanzen Transport von 2 Heuballen möglich)oder
- Transport mit Plattformwagen (für längere Distanzen, da die Transportzeiten stark reduziert werden) zu entscheiden ([66], WENNER, 1986).

4.4.5 Die Lagerung des Heumulches

Die längerfristige Lagerung der Heuballen empfiehlt sich, wie meist in der Landwirtschaft üblich, deckenlastig in Altgebäuden. Es sollte eine gute Durchlüftung der Ballen gewährleistet sein. Vorteilhaft sind z.B. ganzflächige Holzrostböden ([66], WENNER, 1986). Spätestens bei der Lagerung zeigt sich die Bedeutung des Feuchtegehaltes des Heumulches zum Zeitpunkt des Ballenpressens, der Auswirkungen auf den Feuchtegehalt der Diasporen hat. Saatgut ist erst dann lagerfähig, wenn der Wassergehalt eine bestimmte Grenze unterschreitet. Für Gräser liegt er beispielsweise bei 14,5 %. Die Saatgutfeuchte ist in diesem Fall abhängig von der Feuchte des Heus. Ist das Heu zu feucht, erwärmt es sich rasch, einerlei wo es lagert. Die Selbsterwärmung, die bis zur Selbstentzündung führen kann, wird durch die Zellatmung der Diasporen und auch durch die Atmung der Bakterien und Pilze, welche sich im feuchten Material schnell vermehren, verursacht. Die Diasporen können durch den Temperatureinfluss und die Stoffwechselprozesse der Bakterien und Pilze ihre Keimfähigkeit verlieren. Die oberste Temperaturgrenze wird mit 35 °C angegeben ([31], Lampeter, 1982). Schon ab einer Gutfeuchte > 20°C beginnt die Gefahr der Selbsterwärmung, allerdings nur beim Zusammentreffen mehrerer Faktoren wie Feuchte, Wärmestau, Mikroorganismen, Nährstoffgehalt. Die Lagerungsbedingungen sollten dementsprechend kühl und trocken sein. Zur Kontrolle ist es in der Landwirtschaft üblich, außer der Feuchtebestimmung zum Einlagerungszeitpunkt die Temperaturen des Gutes während seiner Lagerung zu messen. Zu diesem Zweck gibt es verschiedene Thermometer:

- Flüssigkeitsthermometer (z.B. Mietenthermometer)
- elektrische Thermometer (z.B. Glasfiberstäbe, Temperaturmesskabel, Einstechthermometer), ([7], BERG & SCHRADER, 1989).

Diese Kontrollmöglichkeit sollte auch bei der Lagerung von Heumulch genutzt werden, vielleicht in wöchentlichen Abständen, indem in den Heuballen oder dem lose gelagertem Gut die Temperatur bestimmt wird. Wie schon erwähnt, sind bei Temperaturen ab 30 – 35 °C entsprechende Lüftungs- und / oder Trocknungsmaßnahmen durchzuführen, sonst wird der diasporenhaltige Heumulch für seinen Bestimmungszweck wertlos.

4.4.6 Die Weiterverarbeitung des Heumulches

Ob und wie der diasporenhaltige Heumulch weiterverarbeitet wird, ist abhängig von dem vorgesehenen Begrünungsverfahren. Der getrocknete Heumulch kann langhalmig mit einem Gebläse aufgetragen werden, oder wie im Begrünungsversuch in zerkleinerter Form ins Nassansaatverfahren eingebunden werden, und feucht im Gemisch mit den entsprechenden Zusatzstoffen aufgespritzt werden. Wenn der Heumulch in zerkleinerter Form aufgetragen werden soll, kann er das Verfahren, wie in Kapitel 3.4.4 beschrieben, durchlaufen. Auch hier sollten bei den Transport-, Lagerungs- und Bearbeitungsvorgängen die Einflüsse von Temperatur und Feuchte bedacht werden. Wichtig bei jeder Art der Zerkleinerungsverfahren ist, Verluste und Schädigungen mechanischer Art der Diasporen zu unterbinden. Das heißt, dass Entstaubungsanlagen ausgeschaltet werden müssen, damit leichte Diasporen nicht abgesaugt werden und auch zu Boden fallendes Material nicht verloren geht. Die darauffolgende Absackung erfolgte im Begrünungsversuch mit Plastikfolie. Durch den totalen Luftabschluss besteht allerdings die Gefahr, dass das Heumulchmaterial, dass immer noch einen gewissen Feuchtegrad besitzt, stockt und/oder sich erwärmt, da keinerlei Abgleich durch die Außenluft erfolgen kann. Günstiger wäre eine Verpackung aus starkem Papier, wie es schon für Materialien aus dem Gartenbau verwendet wird. Eine Deklaration zwecks Herkunftsnachweis sollte auf der Verpackung aufgebracht werden.

4.5 Die Ausführung der Begrünung

Im wesentlichen Punkten gelten die gleichen Grundsätze für die Nassansaat mit diasporenhaltigem Heumulch, wie für Nassansaaten mit Regelsaatgut (siehe Kapitel 2.4).

4.5.1 Der Einsatz loser Begrünungsmittel und des Heumulches

Durch den Einsatz autochthonen, standortangepassten Saatgutes werden sich zum Teil weitgehende finanzielle Einsparungen auch bei den losen Begrünungsmitteln versprochen, wie:

- Reduzierung bzw. Verzicht auf Düngemittel
- Reduzierung bzw. Verzicht auf Bodenverbesserungsstoffe
- Reduzierung bzw. Verzicht auf zugekaufte Mulchstoffe ([48], SCHMIDMEIER, 2000).

Ob das den Anforderungen an die Begrünungen im Landschaftsbau entsprechen kann, ist bisher noch nicht festgestellt worden. Für den Einsatz der losen Begrünungsmittel und ihre Rezepturen existieren jahrzehntelange Erfahrungswerte in den jeweiligen Begrünungsfirmen, inwieweit diese für den Einsatz von autochthonem Saatgut abzuwandeln und angepasst werden sollten, muss sorgfältig geprüft werden. STOLLE (siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 8) beispielsweise spricht davon, dass die Notwendigkeit von Startdüngern auf den Rohbodenflächen nicht gegeben ist, da die Dünger (Salze) für die Diasporen in Trockenzeiten (Juli) neben dem Wassermangel einen zusätzlichen Stressfaktor darstellen und außerdem die Zufuhr von Stickstoff über die Luft erheblich sein kann. Auch eine Kalkzugabe sei nicht nötig, da keine meist Nachsauerung der Standorte zu erwarten sei (wie z.B. bei einigen Bergbauflächen, dort führen Pyrite zur weiteren Versauerung), (siehe Anhang 7, Aktennotiz Nr. 8). Gegen den Verzicht von Düngern und Kalk sprechen folgende Punkte:

- Auf Rohbodenflächen ist meist eine extreme Nährstoffarmut zu verzeichnen. Wenn die ausgebrachten Diasporen in ihrer Keimphase dort keinerlei pflanzenverfügbare Nährstoffe vorfinden, wirkt sich das hemmend und verzögernd auf ihre Entwicklung aus. Zumal sie auf ihren Herkunftsflächen meist weniger extreme Bedingungen herrschen, selbst wenn dort die Nährstoffkreisläufe eng geschlossen sind.

- Durch den Auftrag von Mulchstoffen, in diesem Falle Heumulch, muss eine Ausgleichsdüngergabe eingerechnet werden, da ab einem C-N-Verhältnis > 45:1 mit N - Immobilisierungen zu Lasten der Vegetation zu rechnen ist. Zwar hat Heumulch ein engeres C-N-Verhältnis als Strohmulch, aber erst bei Verhältnissen bis 20:1 kann von einer Stabilität die Rede sein ([20], FLL, 1994). Zur Sicherheit bei unklaren C-N-Verhältnissen sollte also ein Düngerausgleich erfolgen, welcher die Standorte nicht nachhaltig verändert.
- Die Zugabe von Kalk ist wichtig für die Pflanzenverfügbarkeit von Nährstoffen und der Vermeidung des eventuellen Problems, dass bei niedrigen pH – Werten toxische Metalle nicht mehr im Boden gebunden werden können (z.B. Aluminium). Damit ist auch die Aufnahme und Bindung von Luftstickstoff bei niedrigen pH – Werten kaum möglich. Eine leichte Aufbasung der Rohbodenstandorte ist also ratsam.
- Die Begrünungstermine sollten in weniger trockenen Monaten ausgeführt werden, in denen die Diasporen genügend Feuchtigkeit vorfinden und die Düngersalze nicht als Stressfaktor wirken können (siehe Tabelle 19). Der Einsatz von Heumulch begünstigt außerdem die Klima- und Wasserverhältnisse an der Erdoberfläche.

Mit Einsparungen an zugekauften Mulchstoffen und Saatgut ist bei der Verwendung von Heumulch zu rechnen, welche aber durch die Kosten für die Gewinnung des Heumulches (Technikeinsatz) und die eventuelle Weiterverarbeitung (Zerkleinerung) wieder aufgehoben werden. Insgesamt werden die Begrünungen mit Heumulch kosten- und zeitaufwendiger sein, allerdings mit den im Kapitel 4.2.2.2 angeführten Vorteilen.

Bevor die möglichen Einsparungen an losen Begrünungsmitteln nicht eingehender überprüft und untersucht worden sind, sollten die Erfahrungen der Begrünungsfirmen mit Rohbodenflächen genutzt werden. Es können Düngeempfehlungen nach eingehender Prüfung des Istzustandes gegeben werden (siehe Kapitel 4.1 und 4.3).

Beim Einsatz von diasporenhaltigem Heumulch muss die Auftragstärke festgelegt werden. Diese ist abhängig :

- vom Diasporengehalt des Heumulches
- von der Keimfähigkeit und den notwendigen Reizung zur Auslösung der Keimung der Diasporen.

Der Diasporengehalt des Heumulches kann stark variieren. Er kann am besten durch Siebung des zerkleinerten Heumulches festgestellt werden, wobei das Material praktisch auf dem Sieb mit einer Maschenweite von 2 – 4 mm ausgerieben wird (MOLDER, mdl., Anhang 7, Aktennotiz Nr. 6). Die Diasporen werden gewogen und ins Verhältnis zur Gesamtmenge des gesiebten Heumulches gestellt. Weiterhin sind die Empfehlungen für Auftragstärken von Heulchmaterial und Ökotypensaatgut zu beachten :

- Heumulch: Fettwiesen ca. 300 g/m²; Magerrasen ca. 100 g/m²; Erhöhung der Menge bei starker Erosionsgefährdung;
- Ökotypensaatgut: zwischen 1 bis 5 g/m² ([17], FLL, 1999).

Die Keimung kann bei den Diasporen durch verschiedene Faktoren ausgelöst werden:

- Licht: Die Samen der Lichtkeimer benötigen einen Lichtimpuls, um zur Keimung zu kommen.
- Dunkelheit: Für die Dunkelkeimer wirkt Licht keimungshemmend.
- Kälte: Einige Samen brauchen eine Periode tiefer Temperaturen um keimfähig zu werden.

JACKEL ([24], 1999) konnte bei Untersuchungen zu „Strategien der Pflanzenarten einer fragmentierten Trockenrasengesellschaft“ bei 38 untersuchten Arten eine sofortige Keimung von 33 Arten (87%) bei optimalen Bedingungen und Licht feststellen. Das bedeutet, dass die meisten Arten einer Trockenrasengesellschaft auf Lichtreize zur Keimung angewiesen sind. Für die Auftragstärken von Heumulch (der ja zur Begrünung von Rohbodenböschungen bevorzugt von Trockenrasengesellschaften gewonnen wird) hat das zur Folge, dass sie nur so stark sein dürfen, dass noch genügend Licht hindurchdringen kann. Gleichzeitig muss sie eine ausreichende Belüftung aufweisen, um Fäulnisprozesse mit Bildung phytotoxischer Stoffe zu vermeiden; die Schichtdicke soll trotzdem einen ausreichenden Verdunstungsschutz gewähren und durchwachsbar für die angesäten

Arten bleiben. Je feiner die Struktur des Heumulches ist, desto dünner ist die Schicht aufzubringen ([54], STOLLE, 1992). Es bietet sich außerdem an, das Material in unterschiedliche Stärken aufzutragen, damit kann Dunkel- und Lichtkeimern eine Chance gegeben werden ([28], KIRMER, 1997). Als Auftragsmengen für Kleber und weitere Bodenverbesserungsstoffe gelten weiterhin die üblichen Erfahrungswerte. Für den Zeitraum, in dem noch kein Heumulch zur Verfügung steht, die Rohbodenböschungen aber vor Erosion geschützt und verbessert werden sollen, kann eine Ansaat mit Ammengräsern zum Überbrücken des zeitraumes dienen (z.B. mit *Lolium perenne, Bromus secalinus*).

4.5.2 Die Auftragung (Applikation) und einsetzbare Technik

Bei der Begrünung mittels Nassansaat wird die im Kapitel 2.4 erläuterte Technik eingesetzt. Der Auftrag des Heumulches erfordert keine spezielleren oder neuen Geräte und Maschinen. Es bestehen bei der Nassansaat zwei Möglichkeiten des Auftragens des Heumulches:

- Auftrag im Gemisch mit Bodenverbesserungsstoffen, Zellulose, Düngern, Klebern und Wasser, zu diesem Zweck muss der Heumulch auf 1-2 cm zerkleinert worden sein, da sonst die Aufspritzdüsen verstopfen. Vorteilhaft ist die genaue Dosierbarkeit des Gemisches beim Auftrag. Der Arbeitsgang der Auftragung muss je nach Auftragsstärke mehrmals ausgeführt werden, zwischen den Arbeitsgängen hat das Gemisch auf den Flächen die Möglichkeit zum Antrocknen und Anbinden der Kleber (BENDER, mdl., Anhang 7, Aktennotiz 15).
- Aufblasen des Heumulches auf die Flächen mittels eines Gebläses nach dem Schiechtl – Verfahren ([5], BEGEMANN & SCHIECHTL, 1986). Danach wird das übliche Gemisch aus Bodenverbesserungsstoffen, Zellulose, Düngern, Klebern und Wasser auf die Heumulchschicht aufgespritzt. Der Heumulch kann bei dieser Verfahrensweise langhalmig bleiben. Nachteil ist hierbei die schlechtere Dosierbarkeit der Auftragsstärke des Heumulches und eine Reichweite von 20 – 30 m, Vorteil ist die Einsparung der Zerkleinerungsarbeitsgänge und folglich ein schonenderer Umgang mit den Diasporen im Heumulch (BENDER, mdl., Anhang 7, Aktennotiz 15), siehe auch Kapitel 2.4.3.4.

Bei der Wahl des Zeitpunktes der Ansaat sollten die empfohlenen Saattermine beachtet werden, die in der Tabelle dargestellt sind. Weiterhin sind die witterungsbedingten und allgemeinen Standortverhältnisse auf den Rohbodenböschungen ausschlaggebend für den Erfolg der Ausführung der Nassansaat mit Heumulch, wie in Tabelle 20 abgebildet.

Tabelle 20 : Saattermine für hydraulische Ansaaten, jahreszeitliche Verteilung und Erfolgsaussichten

Saatzeit	**Erfolgsaussichten**
1. September bis 15. Oktober	Günstiger Saattermin mit guter Erfolgsaussicht, deshalb bevorzugen.
15. Oktober bis 10. November	Saat noch möglich, aber bereits gefährdet. Zugabe von Kaltkeimern wie Weidelgras und Zwiebel – Lieschgras notwendig
10. November bis 31. März	Termin noch möglich. Saat nur auf offenen Boden, Bindemittel notwendig. Hoher Saatgutbedarf, da Ausfallgefahr
1. April bis 15. Mai	Günstiger Saattermin mit guter Erfolgsaussicht, kaum Ausfall zu befürchten, deshalb bevorzugen!
15. Mai bis 31. August	Austrocknungsgefahr, daher dicht sähen und möglichst mulchen! In der Regel Bindemittel notwendig.

(Quelle: [18], FLL , 1998, S. 17)

Tabelle 21 : Abhängigkeit des Einsatzes hydraulischer Ansaaten von den Standortverhältnissen

Gegebenheiten, Standort	**Die Anwendung hydraulischer Verfahren ist**			
	günstig bei:	**möglich bei:**	**ungünstig bei:**	**sinnlos bei:**
Gefüge bzw. Körnung des Bodens	Krümelgefüge	Einzelkorngefüge mit ausreichendem Feinerdeanteil	Nur geringem Feinerdeanteil mit grober Körnung	Feinerdefreiem Fels, spaltfreiem Fels, Geröllboden
Oberflächenbeschaffenheit des Bodens	Lockerer Oberfläche	Leicht verkrusteter Oberfläche	Stark verkrusteter Oberfläche	Spaltenfreien Fels
Feuchtigkeitsgehalt des Bodens	Guter Durchfeuchtung	Oberflächiger Trockenheit oder Nässe	Trockenem Boden	Tief ausgetrock. Boden oder Staunässe
Temperatur der Bodenoberfläche	+5° bis +25°C	+1° bis +5°C +25° bis +30°C	Leicht gefrorenem oder überhitztem Boden	Ständig gefrorenem oder erhitztem Boden

Witterung	Bedecktem Himmel, nach Regen	Leichtem Regen oder Sonnenschein	Starkregen oder anhaltender Trockenheit	Längeren Regen-, Trocken- oder Frostperioden
Feuchtigkeitsgehalt der Luft	Hoher Luftfeuchtigkeit	Jeder Luftfeuchtigkeit	Hoher Lufttrockenheit	Ständiger Lufttrockenheit
Temperatur der Luft	+10° bis +30°C	-3° bis +10°C +30° bis +40°C	Temperatur überwiegend unter dem Gefrierpunkt	Temperatur ständig unter dem Gefrierpunkt
Luftbewegung, Luftströmung	Windstille, leichtem Rücken- oder Seitenwind	Mittlerem Rücken- oder Seitenwind, leichtem Gegenwind	Starkem Rücken- oder Seitenwind, mittlerem Gegenwind	Starkem Gegenwind, starken Windböen

(Quelle: [18], FLL , 1998, S. 18)

grau unterlegt: Verhältnisse bei der Versuchsdurchführung am 20.08. 2001 (siehe Kapitel 3)

4.6 Offene rechtliche und verfahrenstechnische Fragen

4.6.1 Rechtliche Aspekte

Der existierende Widerspruch in den Gesetzesvorlagen bezüglich der Ausbringung handelsüblicher Saatgutmischungen oder autochthonen Saatgutes aus der Region in die freie Landschaft wurde oft diskutiert und kritisiert (z.B. [34], MOLDER, 1995; [48], SCHMIDMEIER, 2000; [38], NICKEL, 2000). Der Bedarf nach einem verbesserten und erweitertem Saatgutverkehrsgesetz, welches die Beschlüsse der Biodiversitäts - Konvention von Rio de Janeiro 1992 , die auch von Deutschland unterschrieben wurden, berücksichtigt, soll an dieser Stelle noch einmal betont werden. Das Bundesnaturschutzgesetz (BNATSCHG) verbietet im § 20d (2) eindeutig das Ausbringen gebietsfremder Pflanzen, wenn die Gefahr einer Verfälschung der heimischen Pflanzenwelt oder eine Gefährdung des Bestandes oder der Verbreitung wildlebender Pflanzenarten oder von Populationen solcher Arten nicht auszuschließen ist ([75], BNATSCHG, 1998). Das Saatgutverkehrsgesetz wiederum gestattet im §3 ausschließlich ein gewerbemäßiges Inverkehrbringen von zertifiziertem, zugelassenem, gezüchtetem Saatgut, also

von anerkanntem Handelssaatgut, das bestimmten Mindestanforderungen gerecht wird (Keimfähigkeit, Reinheit, taxonomische Identität, Homogenität), ([77], SAATG, 1990). Demnach verstoßen Planer und Ausführer von Begrünungen in jedem Fall gegen das Gesetz, gleichgültig, ob sie anerkanntes Handelssaatgut oder autochthones Saatgut verwenden. Dieser Widerspruch verlangt nach einer praxisgerechten Lösung. Die Diskussion darüber ist auf nationaler und europäischer Ebene in Gang gekommen. Es wurden „kleine“ und „große“ Saatgutpakete zur Änderung der EU – Saatgutrichtlinien vom Ministerrat der EU im Dezember 1998 verabschiedet ([78], RICHTLINIE 98/95/EG, 1998). Diese Änderungen müssen von den Mitgliedstaaten der EU in nationales Recht übernommen werden, 12 Monate nach der Verabschiedung. Das heißt, dass Deutschland das Saatgutverkehrsgesetz ändern muss und evt. dazu Rechtsverordnungen erlassen ([35], MOLDER, 2000). Es wurden bereits vereinfachte Regelungen zum Inverkehrbringen von Saatgut (Futterpflanzensaatgut) in Mischungen verschiedener Gattungen, Arten oder Sorten für die europäische Richtlinie 66/401/EWG vorgesehen. Diese Regelungen sollen gelten, wenn das Saatgut nicht für Futterpflanzen bestimmt ist, es darf Saatgut enthalten sein, das nicht als Futterpflanzen im Sinne dieser Richtlinie, und „zur Erhaltung der natürlichen Umwelt im Rahmen der Erhaltung der pflanzengenetischen Ressourcen gemäß Artikel 22a Buchstabe b bestimmt ist,...“ ([74], RICHTLINIE 66/401/EWG, 1966). In diesem Artikel 22a Buchstabe b liegt der Handlungsfreiraum besondere Bedingungen festzulegen. Diese sollen die Vorraussetzungen definieren, unter denen „...Saatgut unter Berücksichtigung der Erhaltung in situ und der nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen in Verkehr gebracht werden darf, einschließlich Saatgutmischungen von Arten, die...mit spezifischen natürlichen und halbnatürlichen Lebensräumen assoziiert und von genetischer Erosion bedroht sind“. Im aktuellen Entwurf des deutschen Saatgutverkehrsgesetzes vom 18.02.2000 wurden diese Aussagen sinngemäß übernommen. Dort sind sie als sogenannte „Ermächtigungsgesetze“ integriert und müssen mit entsprechenden Rechtsverordnungen ausgekleidet werden (§3 SaatG – Entwurf), ([35], MOLDER, 2000).

4.6.2 Verfahrensablauf und Terminisierung

Die bisher noch zurückhaltende Anwendung der Begrünungsverfahren mit autochthonem Saatgut begründet sich teils durch die noch widersprüchlichen Gesetzesgrundlagen, aber auch durch die nur teilweise vorhandenen Strukturen und Empfehlungen für Verfahrenstechniken. Unter Strukturen werden die nötigen Kontakte zu den Ansprechpartnern bezüglich der Suche und Festlegung von Gewinnungsflächen für Heumulch verstanden. Ansprechpartner können sein:

- Naturschutzbehörden, Umweltämter der Kommunen
- Landschaftspflegeverbände, Naturschutzverbände.

Für die Entwicklung von Verfahrenstechniken sind Festlegungen, Empfehlungen für alle Arbeitsschritte und eventuelle Prüfmethoden notwendig. Diese müssten noch exakter festgelegt werden als beispielsweise die „Empfehlungen für Besondere Begrünungsverfahren“ von der FLL ([17], 1999). Eine fachliche Überwachung aller Arbeitschritte, z.B. durch ein autorisiertes Büro oder das Begrünungsunternehmen selbst, ist nötig ([48], SCHMIDMEIER, 2000):

- für die Erfassung der Standortverhältnisse der Begrünungsflächen
- für Beurteilung, Auswahl und Kartierung der Gewinnungsflächen
- für Be- und Weiterverarbeitung des Heumulches.

Eine exakte, zeitliche Koordinierung zwischen den optimalen Gewinnungs- und Ausbringungszeitpunkten erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen:

- Gutachter des Kontrollbüros
- zuständiger Planer
- Landschaftsbauer
- zuständigen Behörden ([48], SCHMIDMEIER, 2000).

Außerdem sind folgende Ansprüche an das ausführende Unternehmen zu stellen:

- nachweislich langjährige Erfahrungen auf dem Gebiet der Extremflächenbegrünung
- qualifiziertes, fachlich geschultes Personal
- geeignete technische Ausrüstung
- evt. Zertifizierung durch einen Arbeitskreis (z.B. Sachkunde – Nachweis), ([48], SCHMIDMEIER, 2000).

4.6.3 Qualitätssicherung bei samenreifem Heumulch

Um die Frage der Gewährleistungsansprüche zum Schutz der Verbraucher und der beteiligten Unternehmen zu klären, müssen Qualitätsstandards bezüglich des Heumulches entwickelt werden, welche in die Verfahrensabläufe integrierbar sind.

4.6.3.1 Herkunftsnachweis

Die Erstellung eines Herkunftsnachweises dient der Absicherung, auch wirklich autochthonen, diasporenhaltigen Heumulch zu gewinnen und auszubringen. Dieser Nachweis sollte für alle Arbeitsschritte mitgeführt werden, das heißt von der Gewinnung, über den Transport, der Lagerung und der evt. Weiterverarbeitung bis zum Auftrag auf die Rohbodenflächen. Das kann in Form eines Begleitscheines und/oder Etiketts geschehen, auf dem Herkunft, Zusammensetzung an Diasporen , Gewinnungsdatum und Verwendungszweck (Baustelle) vermerkt sind.

4.6.3.2 Artenzusammensetzung

Die Frage, wieviel Pflanzenarten in Form von Diasporen in dem gewonnenen Heumulch mindestens beinhaltet sein sollten, eventuell mit welchen Anteilen, sollte schon bei der Ausschreibung je nach Begrünungsziel berücksichtigt werden. BENDER hält beispielsweise für eine Initialbegrünung 5 bis 6 Arten an Diasporen im Heumulch für ausreichend (BENDER, mdl., Anhang 7, Aktennotiz Nr. 15).

4.6.3.3 Keimfähigkeit

Die Prüfung der Keimfähigkeit erfolgt am besten mit Hilfe von Auskeimversuchen. Es gilt Standards für diesen Zweck (Prüfmethoden) festzulegen und zu prüfen, in welchem Maße sie anzufordern sind. Sie geben auf der einen Seite Auskunft über die Qualität der Diasporen im Heumulch, sind aber auf der anderen Seite mit erheblichem Kosten- und Zeitaufwand verbunden.

4.6.3.4 Lagerungsfähigkeit/ -dauer

Es besteht auch noch Bedarf nach der Festlegung der Lagerungsfähigkeit von Heumulch, ohne dass die Diasporen übermäßig an Keimfähigkeit verlieren.

Dabei kann sich an die Empfehlungen für die Lagerung von Heu in der Landwirtschaft und von Standard - Saatgut gehalten werden. STOLLE vermutet die längste Lagerungsfähigkeit bei ca. 3 Jahren unter optimalen Bedingungen (STOLLE, mdl., Anhang 7, Aktennotiz Nr. 8). Die Beantwortung dieser Frage ist ausschlaggebend für die zeitliche Planung und Ausführbarkeit von Begrünungsmaßnahmen.

5 Zusammenfassung

Der Landschaftsbau, die Ingenieurbiologie und der Naturschutz versprechen sich von der Integration autochthonen Saatgutes in Ansaatverfahren in der freien Landschaft, wie von diasporenhaltigem Heumulch, ökologische und ökonomische Vorteile gegenüber handelsüblichen Saatgutmischungen.

Die folgenden verfahrenstechnischen Schritte wurden diskutiert und Vorschläge zu ihrer Optimierung unterbreitet :

- Grundlagenerfassung der Standortverhältnisse der zu begrünenden Rohbodenböschung
- Ableitung von standortgerechten Gräser- und Kräuterarten, Erstellung einer potentiellen Artenliste
- Suche nach möglichen Gewinnungsflächen im Naturraum
- Festlegung der Gewinnungsfläche(n) nach bestimmten Gesichtspunkten
- Vegetationsaufnahmen und Beobachtung der Reifegrade auf den Gewinnungsflächen
- Festlegung des Mahdtermins nach bestimmten Gesichtspunkten
- möglichst schonende Mahd mit geringer mechanischer Beanspruchung
- Bodentrocknung des Heus, nur wenn nötig wenden, schwaden, Aufnahme und lockere Pressung mit Ballenpresse

Das wurde in Form eines Begrünungsversuches von Rohbodenflächen mittels autochthonem, diasporenhaltigem Heumulch demonstriert. Es wurden Vorschläge für die weitere Betreuung des eventuellen Forschungsprojekte unterbreitet.

Prüfmethoden zur Absicherung der Qualität, wie die Keim- und Lagerfähigkeit der Diasporen, müssen zum Schutz der Verbraucher und Unternehmen festgelegt werden. Ebenso müssen die rechtlichen Grundlagen den Anforderungen von Landschaftsbau und Naturschutz angepasst werden.

6 Literaturverzeichnis

[1] AG BODEN (Hrsg.) (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4., verbesserte u. erw. Auflage, Hannover, Stuttgart (Schweizerbart)

[2] AMBERGER, A. (1988): Pflanzenernährung: ökologische und physiologische Grundlagen. 3., überarb. Auflage, Ulmer – Verlag, Stuttgart

[3] AUSWERTUNGS- UND INFORMATIONSDIENST FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN – AID (Hrsg.)(1991): Technik der Landschaftspflege. Broschüre 1092/1991, Selbstverlag, Bonn

[4] BAYRISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (Hrsg.)(1993): Arbeitsverfahren der aktiven Landschaftspflege. Selbstverlag, München

[5] BEGEMANN, W., SCHIECHTL, H.M. (1986): Ingenieurbiologie. Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau. Bauverlag Wiesbaden und Berlin

[6] BENKERT, D., FUKAREK, F., KORSCH, H. u.a. (1996): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. Verlag G. Fischer, Jena

[7] BERG, F., SCHRADER, A. (1989): Verfahren der Heuproduktion. 1. Auflage, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

[8] BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.)(1999): Daten zur Natur 1999. Selbstverlag, Bonn

[9] BUSCH, D. (2000): Gestaltungs- und Entwicklungsgrundsätze für die Verkehrswegeböschungen und ihre Vegetation unter den Gesichtspunkten Naturhaushalt, Landschaftsbild, Fahrsicherheit und Unterhaltungsaufwand an Thüringer Waldautobahnen. In: Ingenieurbiologie - Sicherungen an Verkehrswegeböschungen, Jahrbuch 9 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V., S. 241 - 251, Selbstverlag, Aachen

[10] DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU E.V. – DVWK (Hrsg.), (1996): Bodenerosion durch Wasser – Kartieranleitung zu Erfassung aktueller Erosionsformen, DVWK – Merkblätter zur Wasserwirtschaft, H. 239/1996, Wirtschafts- und Verl. – Ges. Gas und Wasser, Bonn

[11] DEUTSCHER WETTERDIENST (2001): Daten der nächstgelegenen repräsentativen Klimastation Martinroda für die Angaben zur Lufttemperatur, sowie der Niederschlagsmessstelle Gräfenroda mit den Daten zum Niederschlag, Weimar

[12] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (Hrsg.), (1988): DIN 18196: „Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke“, Beuth – Verlag, Berlin

[13] DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (Hrsg.), (1990): DIN 18918: „Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Ingenieurbiologische Sicherungsbauweisen“, Beuth – Verlag, Berlin

[14] ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULIßEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, Scripta Geobotanica XVIII, Verlag Erich Goltze KG, Göttingen

[15] ENGELHARDT, J. (2000): Heudruschsaat – Gewinnung, Herkunfts- und Qualitätssicherung. In: Begrünungen mit standortheimischem Saat- und Pflanzgut. Tagungsbericht zum 3. Westheimer Forum, igi Niedermeyer Institute (Hrsg.), Westheim

[16] FINK, A. (1991): Pflanzenernährung in Stichworten. 5. Auflage, Ferdinand Hirt in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin – Stuttgart

[17] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU - FLL (Hrsg.), (1999): Empfehlungen für Besondere Begrünungsverfahren. FLL e.V., Bonn

[18] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU - FLL (Hrsg.), (1998): Empfehlungen zur Begrünung von Problemflächen. FLL e.V., Bonn

[19] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU - FLL (Hrsg.), (2001): Regel – Saatgut – Mischungen Rasen: RSM 2001. FLL e.V., Bonn

[20] FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU - FLL (Hrsg.), (1994): Qualitätsanforderungen und Anwendungsempfehlungen für organische Mulchstoff und Komposte im Landschaftsbau. FLL e.V., Bonn

[21] GESELLSCHAFT FÜR INGENIEURBIOLOGIE E.V. (Hrsg.)(1985): Ingenieurbiologie – Wurzelwerk und Standsicherheit von Böschungen und Hängen. SEPia Verlag, Aachen

[22] HAEUPLER, H., MUER, T. (2000): Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Ulmer – Verlag, Stuttgart

[23] HYDRO AGRI DÜLMEN GMBH (Hrsg.)(1993): Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. 12. überarb., ergänzte und erw. Auflage, Selbstverlag, Dülmen

[24] JACKEL, A.-K. (1999): Strategien der Pflanzenarten einer fragmentierten Trockenrasengesellschaft – Vegetationskundliche und populationsbiologische Untersuchungen im Thymo – Festucetum cinereae. J Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin – Stuttgart

[25] JEDICKE, E. (1993): Praktische Landschaftspflege: Grundlagen und Maßnahmen. Ulmer – Verlag, Stuttgart

[26] JOHANNING, B. (2000): Ein Beitrag zur Entwicklung und Optimierung von Compactrollenpressen. Fortschr.-Ber. VDI Reihe 14 Nr. 99, VDI – Verlag, Düsseldorf

[27] JOHN DEER (Hrsg.)(2000): Rundballenpressen mit variabler Kammer, Prospekt, Selbstverlag, Printed in Germany

[28] KIRMER, A., MAHN, E.-G.(1997): Beeinflussung von Sukzessionsprozessen. In: Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen – Anhalt (1998), Sonderheft 1: Konzepte für die Vernetzung wertvoller Biotope in der Bergbaufolgelandschaft, Workshop zum Forschungsverbund Braunkohletagebaulandschaften Mitteldeutschlands (FMB) am 17.04.1997, Selbstverlag, Halle

[29] KRAUSE, A. (1989): Rasenansaaten und ihre Fortentwicklung an Autobahnen – Beobachtungen zwischen 1970 und 1988. Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftsökologie, Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft 20, Landwirtschaftsverlag, Münster – Hiltrup

[30] KUNHARDT, H. (Hrsg.)(1991): Sorten- und Saatgutrecht: das gesamte Bundesrecht über Pflanzensorten und Saatgut mit Ausnahme der Bestimmungen über forstliches Saat- und Pflanzengut. 4.Auflage, Verlag Alfred Strothe, Frankfurt a. M.

[31] LAMPETER, W. (1982): Saat- und Pflanzgutproduktion. 1. Auflage, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

[32] LAUSITZER UND MITTELDEUTSCHE BERGBAU – VERWALTUNGSGESELLSCHAFT MBH (Hrsg.)(2001): Begrünung aus naturschutzfachlicher Sicht. Broschüre, Halle

[33] MEYER, H. – H. (Hrsg.)(1998): Bodenkundliches Versuchspraktikum – Dokumentation und Arbeitsanleitung zu verschiedenen Methoden der Bodenuntersuchung, Fachhochschule Erfurt, Fachbereich Landschaftsarchitektur

[34] MOLDER, F. (1995): Vergleichende Untersuchungen mit Verfahren der oberbodenlosen Begrünung unter besonderer Berücksichtigung areal- und standortbezogener Ökotypen. Boden und Landschaft. Schriftenreihe zur Bodenkunde, Landeskultur und Landschaftsökologie, Gießen

[35] MOLDER, F. (2000): Regionale Diversität von heimischen Wildpflanzen und Alternativen der naturnahen Begrünung. In: Begrünungen mit standortheimischem Saat- und Pflanzgut. Tagungsbericht zum 3. Westheimer Forum, igi Niedermeyer Institute (Hrsg.), Westheim

[36] MÜLLER, M. (1989): Technologische Prozesse der Pflanzenproduktion, 2. Auflage, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

[37] MUNSELL ® SOIL COLOR CHARTS (1994), revised edition Macbeth Division of Kollmorgan Instruments Corporation NY 12553

[38] Nickel, E. (2000): Pflanzgut regionaler Herkünfte – Lösungsansätze in Baden – Württemberg. In: Begrünungen mit standortheimischem Saat- und Pflanzgut. Tagungsbericht zum 3. Westheimer Forum, igi Niedermeyer Institute (Hrsg.), Westheim

[39] PFADENHAUER, J. (1997): Vegetationsökologie – ein Skriptum. 2. verbesserte und erweiterte Auflage, IHW – Verlag, Eching

[40] RIEGER – HOFMANN GMBH (Hrsg.)(2000): Samen und Pflanzen einheimischer Wildblumen und Wildgräser. Preisliste 2000, Selbstverlag, Blaufelden – Raboldshausen

[41] ROSENKRANZ, F. (1951): Grundzüge der Phänologie. Verlag Georg Fromme & Co., Wien

[42] ROTHMALER, W. (1994): Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Atlasband, Band 3, 8.,durchgesehene und verbesserte Auflage, Gustav Fischer – Verlag, Jena

[43] ROTHMALER, W. (1996): Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Grundband, Band 2, 16., stark bearbeitete Auflage, Gustav Fischer – Verlag, Jena

[44] SCHAUER, T., CASPARI, C. (1996): Der große BLV Pflanzenführer, 7., durchgesehene Auflage, BLV Verlagsgesellschaft mbH, München

[45] SCHIECHTL, H.M.; STERN, R. (1992): Handbuch für naturnahen Erdbau – Eine Anleitung für ingenieurbiologische Bauweisen. Österreichischer Agrarverlag, Wien

[46] SCHLICHTING, E., BLUME, H.P. & STAHR, K. (1995): Bodenkundliches Praktikum. Eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte und für Geowissenschaftler. 2., neubearb. Aufl. Berlin, Wien usw. (Blackwell)

[47] SCHLÜTER, U. (1996): Pflanze als Baustoff, Ingenieurbiologie in Praxis und Umwelt. 2. Auflage, Patzer Verlag, Berlin – Hannover

[48] SCHMIDMEIER, TH. (2000): Heudrusch- und Heumulch – Ansaaten aus der Sicht der landschaftsbaulichen Praxis. In: Begrünungen mit standortheimischem Saat- und Pflanzgut. Tagungsbericht zum 3. Westheimer Forum, igi Niedermeyer Institute (Hrsg.), Westheim

[49] SCHUBERT, R., WAGNER, G. (1993): Botanisches Wörterbuch: Pflanzennamen und botanische Fachwörter. 11. Auflage, Ulmer – Verlag, Stuttgart

[50] SCHWARICK, T. & MÜLLER, S. (1997): Übungsanleitungen Bodenkunde – Chemie – Pflanzenernährung. Fachbereich Gartenbau der Fachhochschule Erfurt

[51] SPUNDFLASCH, F. (2000): Ingenieurbiologische Bauweisen zur Böschungssicherung und standortabhängige Auswahlkriterien. In: Ingenieurbiologie - Sicherungen an Verkehrswegeböschungen, Jahrbuch 9 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V., S. 13 - 56, Selbstverlag, Aachen

[52] STALLJAN, E. (2000): Die Nassansaat als ingenieurbiologische Maßnahme im Straßenbau. In: Ingenieurbiologie - Sicherungen an Verkehrswegeböschungen, Jahrbuch 9 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V., S. 57 – 98, Selbstverlag, Aachen

[53] STELZNER AGRAR – FACHBERATUNGSGESELLSCHAFT MBH (Hrsg.)(2000): Bodenmessgeräte, Bodenuntersuchungen, Zubehör – Preisliste 2000. Selbstverlag, Nürnberg

[54] STOLLE, M. (1992): Vegetationskundliches Gutachten zum Vorhaben „Erosionsschutzbegrünung von Tagebaurestlöchern“. Institut für landwirtschaftliche Forschung und Untersuchung e.V., Halle

[55] STOLLE, M. (1993): Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben „Verhinderung von Erosions- und Deflatationerscheinungen in Bergbaufolgelandschaften durch Initiierung biozönotischer Grundstrukturen zum Aufbau stabiler Ökosysteme“. Institut für landwirtschaftliche Forschung und Untersuchung e.V., Halle

[56] Stolle, M. (1997): Untersuchungen zu Verfahren der Reintegration von Kipprohböden in den Naturhaushalt. In: Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen – Anhalt (1998), Sonderheft 1: Konzepte für die Vernetzung wertvoller Biotope in der Bergbaufolgelandschaft, Workshop zum Forschungsverbund Braunkohletagebaulandschaften Mitteldeutschlands (FMB) am 17.04.1997, Selbstverlag, Halle

[57] STOLLE, M. (2000): Wildpflanzenansaaten auf Rohbodenböschungen. In: Ingenieurbiologie - Sicherungen an Verkehrswegeböschungen, Jahrbuch 9 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V., S. 129 - 147, Selbstverlag, Aachen

[58] THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR GEOLOGIE (Hrsg.), (1998): Erläuterungen zur geologischen Karte 1: 25000 von Thüringen, Blatt Oberhof (Gräfenroda), Nr. 5230, 2. Auflage, Selbstverlag, Weimar

[59] THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR GEOLOGIE (Hrsg.), (2000): Die Leitbodenformen Thüringens, Geowissenschaftliche Mitteilungen Thüringens, Selbstverlag, Weimar

[60] THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.)(1997): Richtwerte für die Bewertung von Bodennährstoffgehalten. Merkblatt, Selbstverlag, Jena

[61] THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT (Hrsg.)(1995): Biotope in Thüringen – Situation, Gefährdung und Schutz. Naturschutzreport, Heft 9/1995, Selbstverlag, Jena

[62] THÜRINGER LANDESANSTALT FÜR UMWELT (Hrsg.)(1995): Die Pflanzengesellschaften Thüringens: Gefährdung und Schutz. Naturschutzreport, Heft 6 (1)/1993, Selbstverlag, Jena

[63] TRAXLER, A. (1997): Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings – Methoden, Praxis , angewandte Projekte. Teil A : Methoden. Monographien Band 89 a, Umweltbundesamt - Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien

[64] URBANSKA, K.M. (1992): Populationsbiologie der Pflanzen: Grundlagen, Probleme, Perspektiven. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena

[65] VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (Hrsg.)(1991): Die Untersuchung von Böden – Methodenbuch. Band 1, 4. Auflage, VDLUFA – Verlag, Darmstadt

[66] WENNER, H.-L. (1986): Landtechnik, Bauwesen: Verfahrenstechniken – Arbeit – Gebäude. 8. völlig neubearb. Auflage, BLV Verlagsgesellschaft, München

[67] WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN – WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1995): Städtebauliche Klimafibel – Hinweise für die Bauleitplanung. Selbstverlag, Stuttgart

[68] ZAHLHEIMER, W. (2000): Biologische Vielfalt und Florenverfälschung – das Thema aus der Sicht einer bayrischen Naturschutzbehörde. In: Begrünungen mit standortheimischem Saat- und Pflanzgut. Tagungsbericht zum 3. Westheimer Forum, igi Niedermeyer Institute (Hrsg.), Westheim

Unveröffentlichte Literatur

[69] DEGES – DEUTSCHE EINHEIT FERNSTRAßENPLANUNGS- – UND –BAU GMBH (Hrsg.), (1997): Ergebnisse wassertechnischer Untersuchungen, Unterlage 13.1. In: Erläuterungsbericht zur Planfeststellung zum Neubau der BAB A 71 (VDE Projekt Nr. 16), Teilabschnitt VKE 5315, AS Geraberg bis AS Zella Mehlis N, Bau km 0+000 – 11+ 249, Berlin

[70] DEGES – DEUTSCHE EINHEIT FERNSTRAßENPLANUNGS – UND –BAU GMBH (Hrsg.), (1997): Landschaftspflegerischer Begleitplan, Unterlage 12.0. In : Erläuterungsbericht zur Planfeststellung zum Neubau der BAB A 71 (VDE Projekt Nr. 16), Teilabschnitt VKE 5315, AS Geraberg bis AS Zella Mehlis N, Bau km 0+000 – 11+ 249, Berlin

[71] EISLEB, M. (1995): Einfluss verschiedener Mulchmaterialien auf den Nitrat- und Wasserhaushalt des Bodens – Bedeutung für die Pflanzenernährung. Studienarbeit, Fachhochschule Erfurt, Fachbereich Gartenbau

[72] STAHLMANN, R. (1999): Machbarkeitsstudie für die Anzucht von autochthonen Bäumen und Sträuchern. Diplomarbeit an der Fachhochschule Erfurt, Fachbereich Landschaftsarchitektur

[73] OFFENLANDBIOTOP - KARTIERUNG THÜRINGENS (OBK) (1998), Thüringer Landesanstalt für Umwelt, Jena

Gesetzesgrundlagen

[74] 66/401/EWG – RICHTLINIE DES RATES vom 14. Juni 1966 über den Verkehr mit Futterpflanzensaatgut

[75] BNATSCHG: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz) vom 21. September 1998

[76] THÜRNATG: Thüringer Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 29. April 1999

[77] SAATG: Saatgutverkehrsgesetz.- Entwurf vom 18.02.2000

[78] 98/95/EG – RICHTLINIE DES RATES vom 14. Dezember 1998 über den Verkehr mit Futterpflanzensaatgut, den gemeinsamen Sortenkatalog für landwirtschaftliche Pflanzen hinsichtlich der konsolidierung des Binnenmarktes, genetisch veränderter Sorten und pflanzengenetischer Ressourcen

Verzeichnis der verwendeten Karten

[A] DEGES – DEUTSCHE EINHEIT FERNSTRAßENPLANUNGS- – UND –BAU GMBH (Hrsg.), (1997): Karte zur Planfeststellung (M 1:5000) – Ausschnitt des RRB, Neubau der BAB A 71 (VDE Projekt Nr. 16), Teilabschnitt VKE 5315, AS Geraberg bis AS Zella Mehlis N, Bau km 0+000 – 11+ 249, Berlin

[B] KÖNIGLICH PREUßISCHE GEOLOGISCHE LANDESANSTALT (Hrsg.) (1892): „Geologische Karte“, Messtischblatt 5230 Gräfenroda/Oberhof, Maßstab 1 : 25.000

[C] THÜRINGER LANDESVERWALTUNGSAMT - LANDESVERMESSUNGSAMT (1992): „Topographische Karte“ M – 32 – 46 – D – c – 2, Geraberg, Stand 1986, Maßstab 1 : 10.000, Erfurt

[D] THÜRINGER LANDESVERWALTUNGSAMT - LANDESVERMESSUNGSAMT (Hrsg.) (1994): „Topographische Karte“, Messtischblatt 5230 Gräfenroda/Oberhof, Maßstab 1 : 25.000, Erfurt

[E] THÜRINGER LANDESVERWALTUNGSAMT - LANDESVERMESSUNGSAMT (Hrsg.) (1992): „Topographische Karte“ M – 32 – 46 – D – c – 1, Gräfenroda SW, Stand 1986, Maßstab 1 : 10.000, Erfurt

[F] VEB GEOLOGISCHE FORSCHUNG UND ERKUNDUNG (Hrsg.) (1936): „Bodengeologische Karte“, Messtischblatt 5230 Gräfenroda/Oberhof, Maßstab 1 : 25.000

Anhang 1

Fotodokumentation

Abb. 1: Blick vom Autobahndamm auf das Regenrückhaltebecken, den Seitenarm des Wirrbachtales und die Ortschaft Geschwenda.

Abb. 2: Blick vom Autobahndamm am Rand des Thüringer Waldes entlang Richtung Nordost.

Abb. 3: Blick auf die westexponierte Fläche A und einen Teil der nordexponierten Fläche B. Aufschüttungs- und Einschnittsflächen lassen sich schon optisch unterscheiden.

Abb. 4: Auf der Fläche C ist der Verlauf des Ah – Horizontes festzustellen.

Abb. 5: Die Gewinnungsfläche I ist umgeben von Wald und wird dadurch teilweise stark verschattet.

Abb. 6: Die Gewinnungsfläche II nach der Mahd am 5. Juli 2000.

Abb. 7: Der Untere Buntsandstein ist plattig bis bankig geschichtet und besitzt stellenweise Tonsteinzwischenlagen.

Abb. 8: Der Sandstein ist unterschiedlich tief verwittert. Am Rand zum Umfahrungsweg steht er noch oberflächig an.

Abb. 9: Die Bodenerkundungen wurden unter anderem mit dem Pürckhauer – Bohrstock durchgeführt.

Abb. 10: Die Temperaturen an der Erdoberfläche wurden vom 29.05. bis zum 25.06. 2001 mit Tinytalks gemessen. Zum Vergleich der Expositionen wurden auf den Flächen A, B und C diese Geräte installiert.

Abb. 11: Der Staunässebereich in der Fläche B.

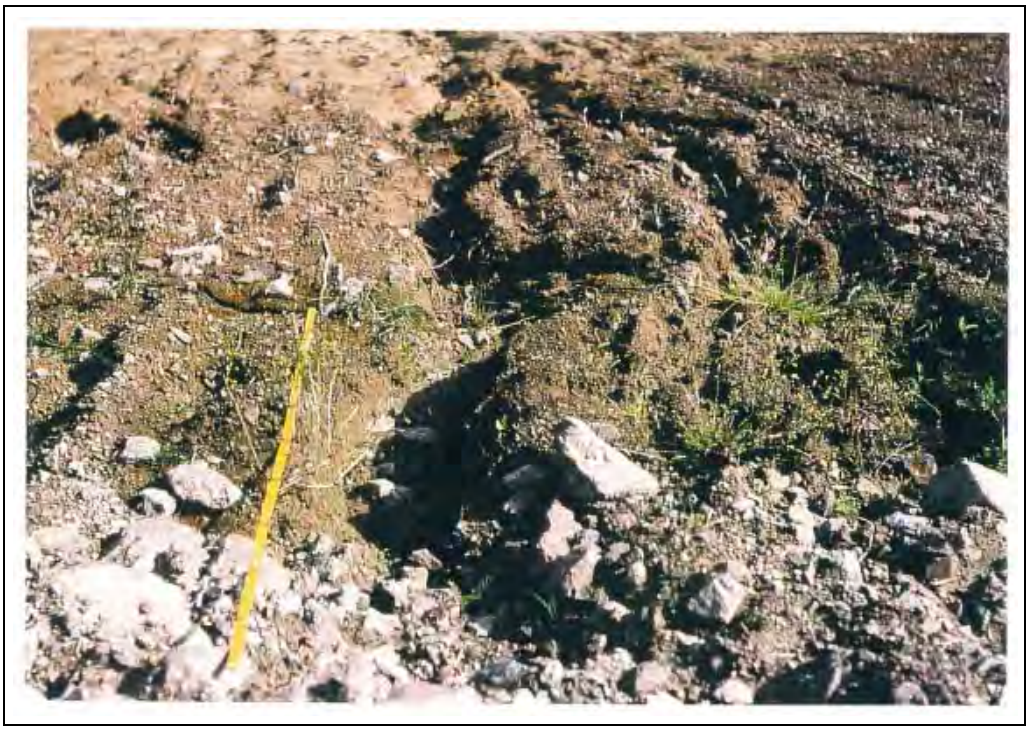


Abb. 12: Die Erosion hat besonders den anstehenden lehmigen Horizont angegriffen, die Rinnen sind ca. 25 cm tief in diesem Bereich.

Abb. 13: Als Berme blieb eine kleine Restfläche der Feuchtwiese erhalten. Das Foto wurde im April 2001gemacht.

Abb. 14: Dieselbe Fläche im Juli 2001. Die Spontanvegetation breitete sich stark aus. Die Restfläche dient als Diasporenquelle und Wasserstauer.

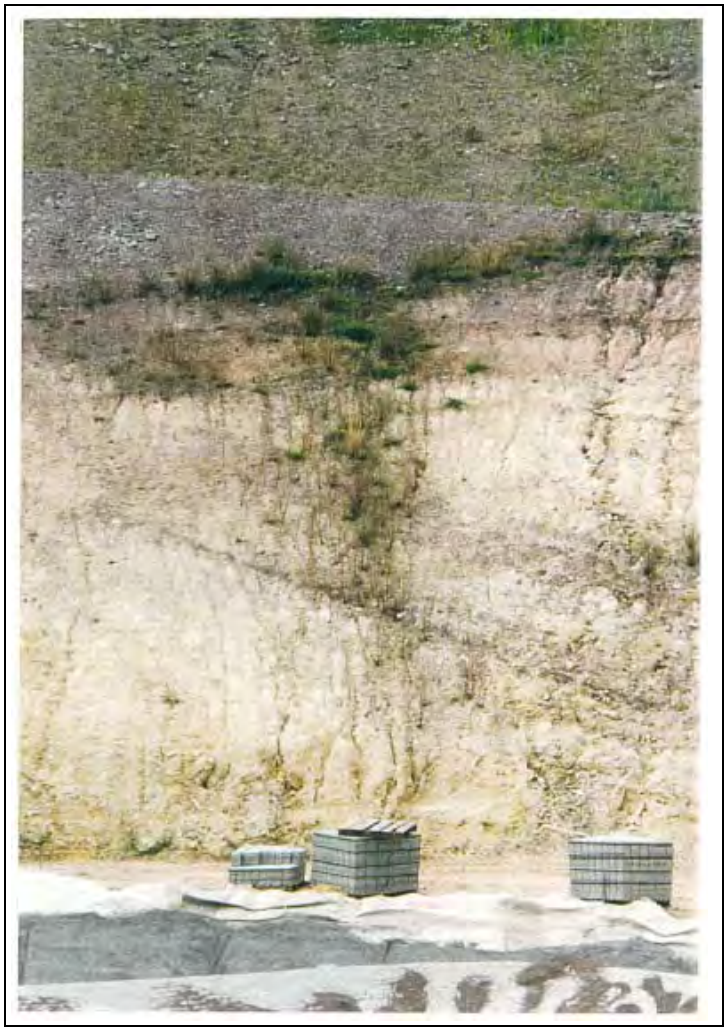


Abb. 15: Die Spontanvegetation auf dem ehemaligen Ah – Horizont und dem Erosionsbereich.

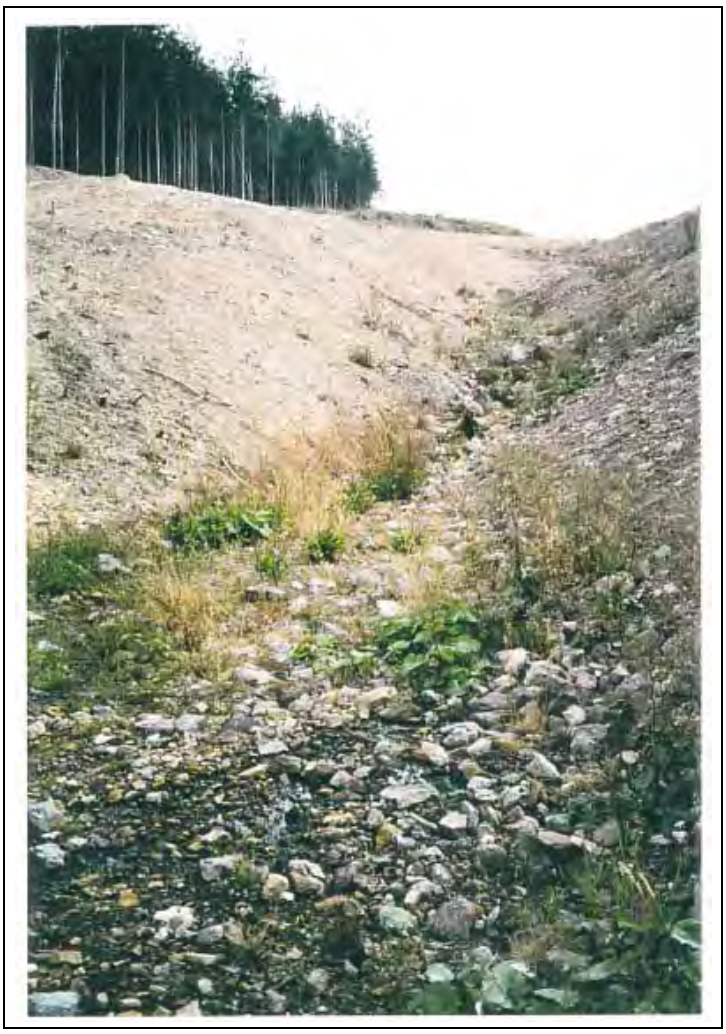


Abb. 16: In der wasserführenden Rinne haben sich inzwischen ca. 30 Pflanzenarten angesiedelt.

Abb. 17: Auf der Restfläche der Feuchtwiese dominieren *Juncus bulbosus* und *Salix caprea*.

Abb. 18: Dort wo Stücke von ehemaligem Oberboden hinfielen, nutzten mitgebrachte Diasporen die Möglichkeit zur Ansiedlung.

Abb. 19: *Lupinus polyphyllus* ist nur auf den Sandflächen der Fläche C zu finden.

Abb. 20 : Ein Spezialist für saure Standorte: *Rumex acetosella*.

Abb. 21: Die östlich vom RRB gelegene Erdmiete hat sich seit ihrer Aufschüttung vor ca. 1 ½ Jahren selbst begrünt.

Abb. 22: Der aufgeschüttete Autobahndamm wurde mit einer Nassansaat mit Strohmulch begrünt.

Abb. 23: Die Mahd fand am 4. Juli 2001 statt. Zum Einsatz kam ein Scheibenmähwerk.

Abb. 24: Am nächsten Tag wurde mit der Hand gewendet, am 6. Juli geschwadet und das Heu in Ballen gepresst.

Abb. 25: Die Abgrenzung der Varianten zueinander wurde mit Stahlnägeln markiert.

Abb. 26: Die Durchführung der Nassansaat fand am 20. August 2001 durch die Rekultivierungsfirma Bender statt.

Anhang 2

Bodenkundliche Untersuchungen

Tabelle 1 : Nasssiebung der Bodenprobe AS

C:\Diplom_SS01\Landefeld\siebAS.lab

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 12.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche A (AS)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 423.21 g
Anteil < 0.063 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 423.21 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' · me' : 100.00
%-Anteil < 0.063 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	16.000	3.32	0.78	99.22
2	8.000	26.76	6.32	92.89
3	6.300	7.78	1.84	91.05
4	4.000	16.56	3.91	87.14
5	2.000	19.34	4.57	82.57
6	1.000	18.84	4.45	78.12
7	0.630	15.70	3.71	74.41
8	0.500	21.70	5.13	69.28
9	0.250	96.16	22.72	46.56
10	0.063	113.78	26.88	19.68
	Schale	83.27	19.68	-0.00

Größtkorn [mm] : 16.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände :
Siebverlust :
Siebverlust :
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

Summe R : 423.21 g
SV = me - Summe R : 0.00
SV* = (me - Summe R) / me * 100 : 0.00

© By IDAT 1995 - 1999 V 2.08

Abbildung 1 : Siebkurve der Bodenprobe AS

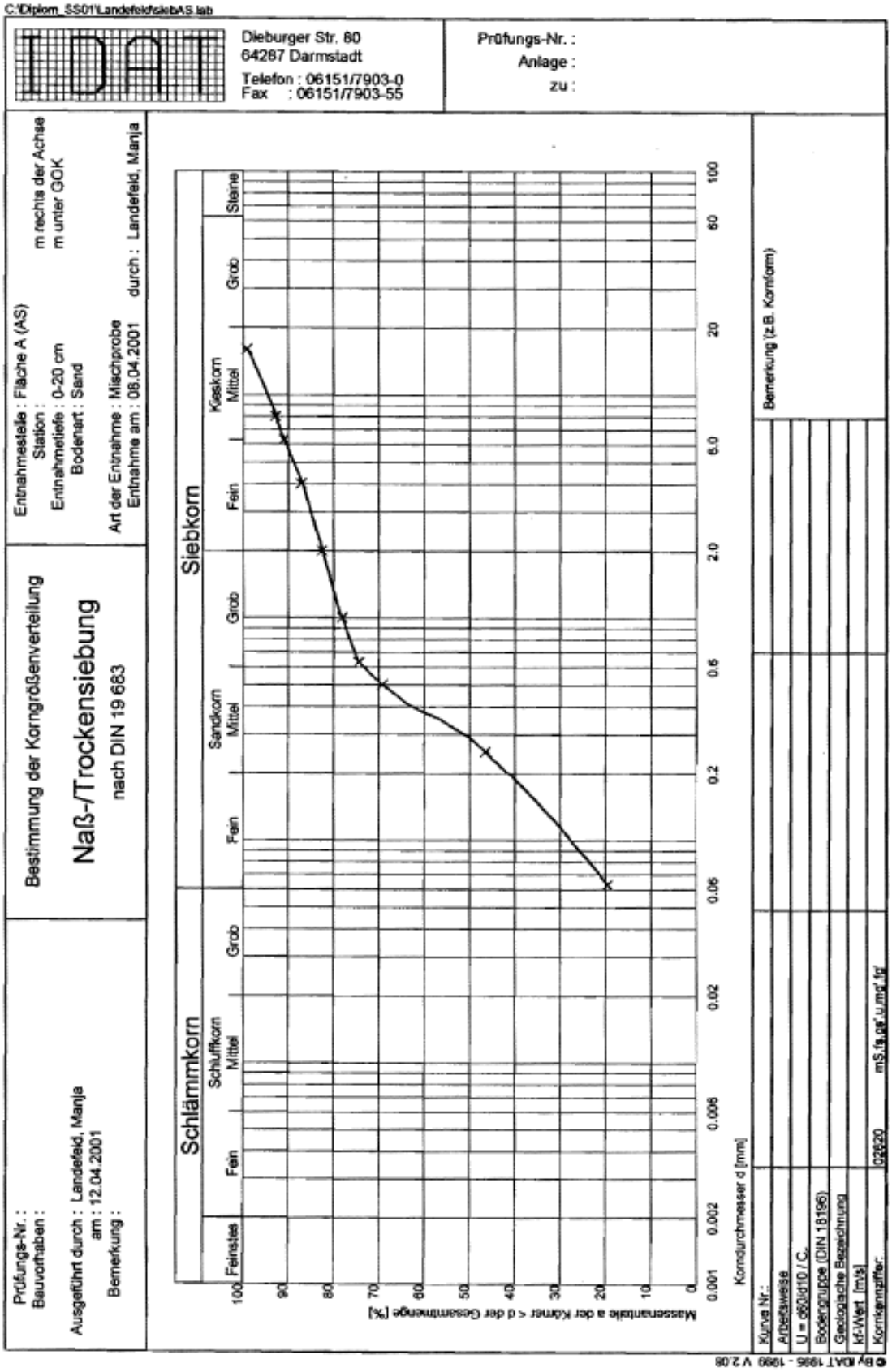


Tabelle 2 : Nasssiebung der Bodenprobe BS

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 11.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche B (BS)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 677.21 g
Anteil < 0.063 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 677.21 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.063 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	16.000	42.79	6.32	93.68
2	8.000	28.95	4.27	89.41
3	6.300	8.87	1.31	88.10
4	4.000	12.25	1.81	86.29
5	2.000	15.75	2.33	83.96
6	1.000	8.19	1.21	82.75
7	0.630	9.91	1.46	81.29
8	0.500	13.36	1.97	79.32
9	0.250	159.55	23.56	55.76
10	0.063	269.19	39.75	16.01
	Schale	108.40	16.01	-0.00

Größtkorn [mm] : 16.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände : Summe R : 677.21 g
Siebverlust : SV = me - Summe R : 0.00
Siebverlust : SV' = (me - Summe R) / me * 100 : 0.00
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

© By IDAT 1995 - 1999 V 2.06

Abbildung 2 : Siebkurve der Bodenprobe BS

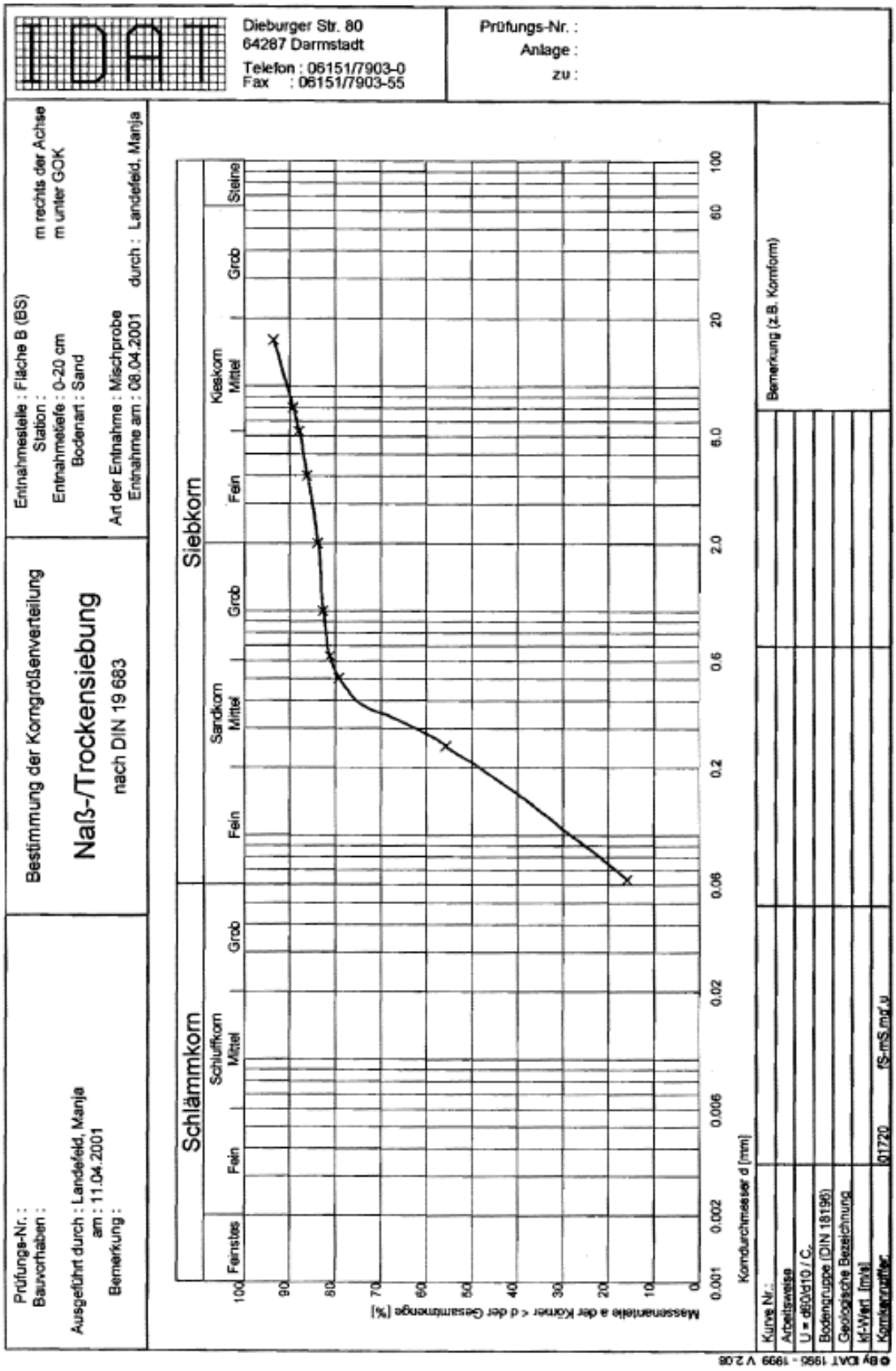


Tabelle 3 : Nasssiebung der Bodenprobe BL

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 11.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche B (BL)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : lehmig

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 437.38 g
Anteil < 0.063 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 437.38 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.063 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	16.000	13.57	3.10	96.90
2	8.000	1.04	0.24	96.66
3	6.300	9.59	2.19	94.47
4	4.000	21.82	4.99	89.48
5	2.000	31.58	7.22	82.26
6	1.000	29.22	6.68	75.58
7	0.630	17.10	3.91	71.67
8	0.500	10.42	2.38	69.29
9	0.250	39.37	9.00	60.28
10	0.063	76.84	17.57	42.72
	Schale	186.83	42.72	0.00

Größtkorn [mm] : 16.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände : Summe R : 437.38 g
Siebverlust : SV = me - Summe R : 0.00
Siebverlust : SV' = (me - Summe R) / me * 100 : 0.00
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

© By IDAT 1995 - 1996 V 2.08

Abbildung 3 : Siebkurve der Bodenprobe BL

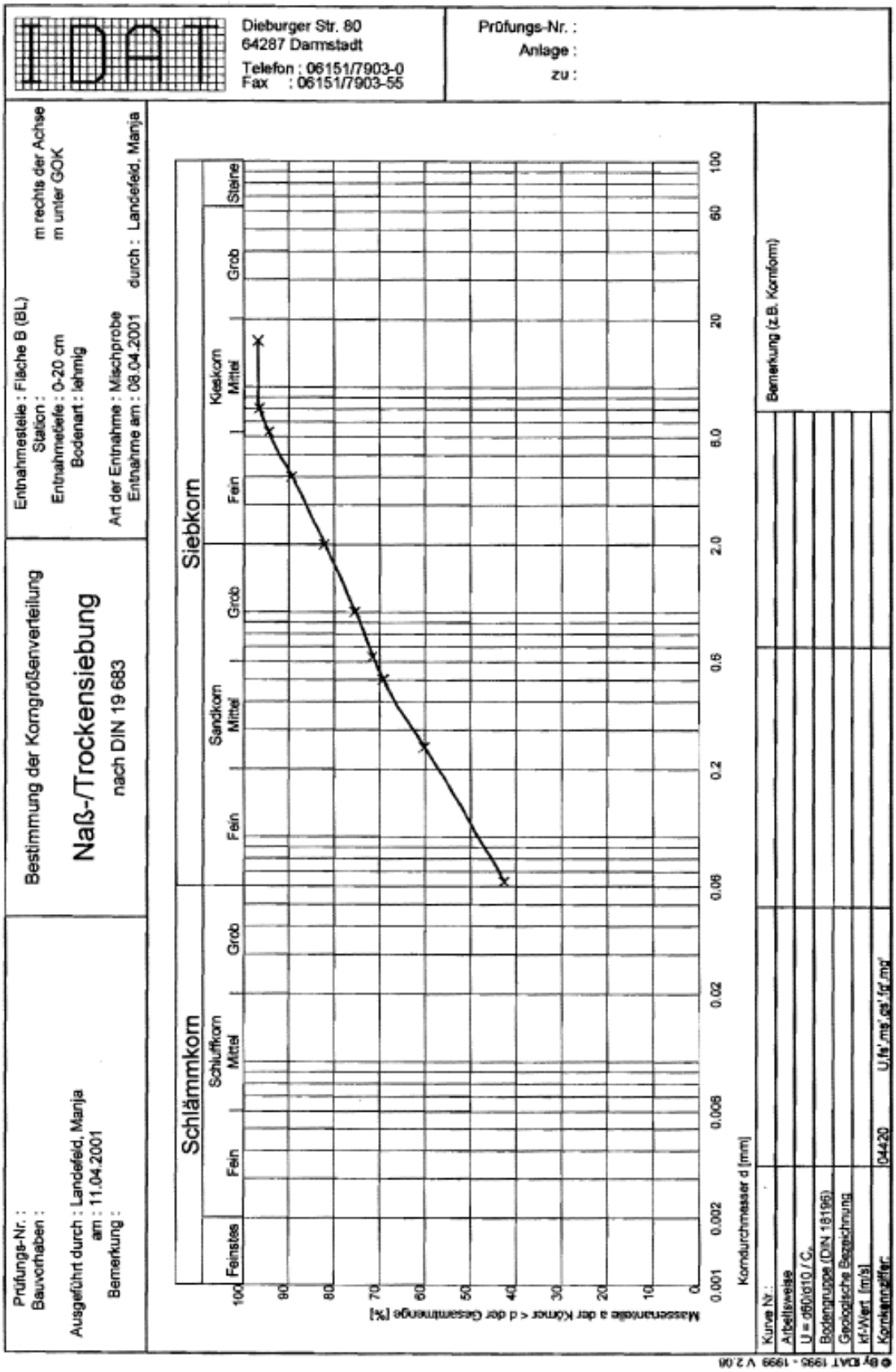


Tabelle 4 : Nasssiebung der Bodenprobe BP

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 11.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche B (BP)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : Porphyrschutt

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 547.97 g
Anteil < 0.063 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 547.97 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.063 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	16.000	40.65	7.42	92.58
2	8.000	85.98	15.69	76.89
3	6.300	33.91	6.19	70.70
4	4.000	63.60	11.61	59.10
5	2.000	70.30	12.83	46.27
6	1.000	53.82	9.82	36.45
7	0.630	26.03	4.75	31.70
8	0.500	14.49	2.64	29.05
9	0.250	29.80	5.44	23.61
10	0.063	40.85	7.45	16.16
	Schale	88.54	16.16	0.00

Größtkorn [mm] : 16.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände : Summe R : 547.97 g
Siebverlust : SV = me - Summe R : 0.00
Siebverlust : SV' = (me - Summe R) / me * 100 : 0.00
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

© By IDAT 1985 - 1999 V 2.08

Abbildung 4 : Siebkurve der Bodenprobe BP

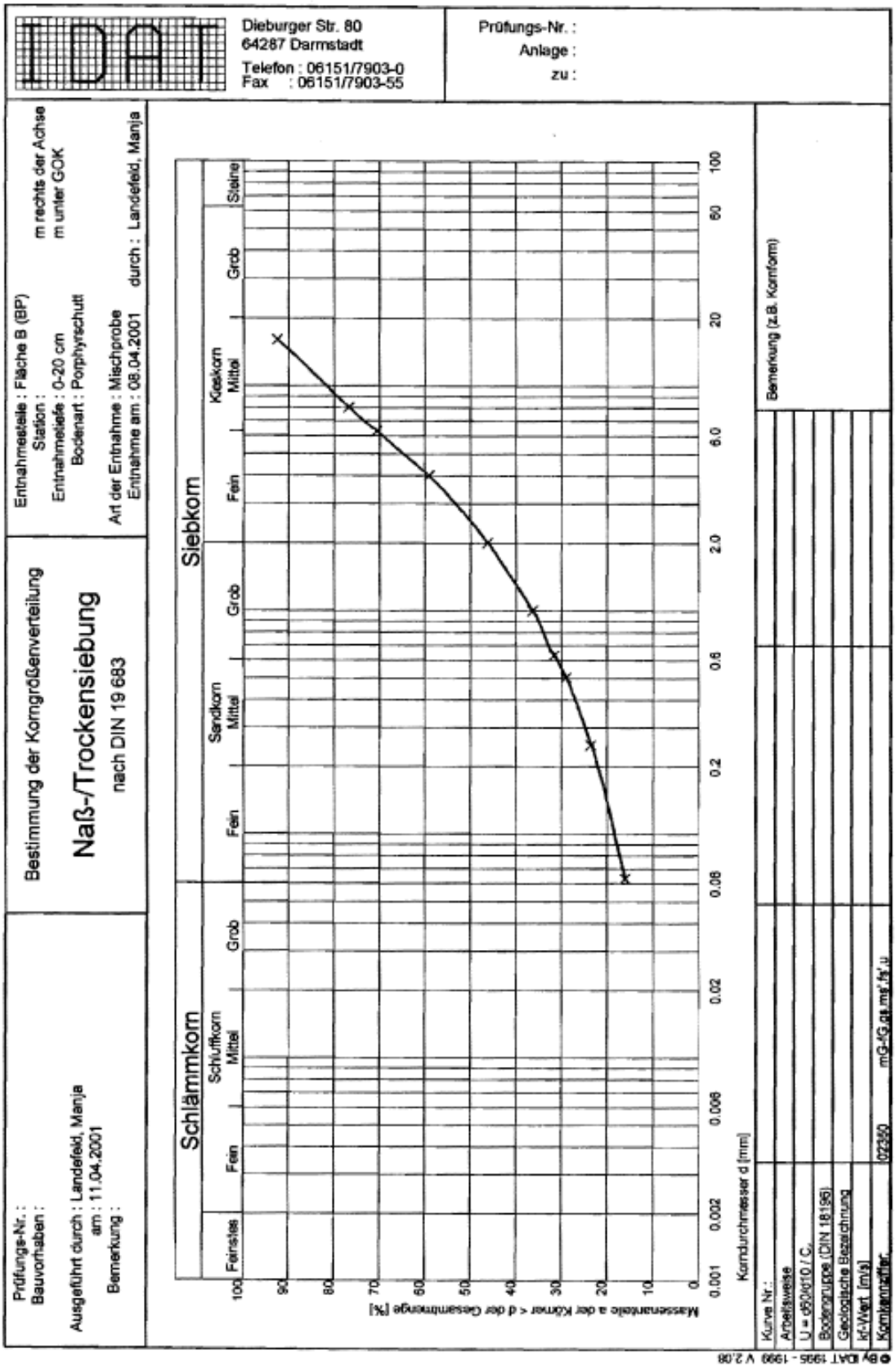


Tabelle 5 : Nasssiebung der Bodenprobe CS

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 17.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche C (CS)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 582.16 g
Anteil < 0.063 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 582.16 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.063 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	16.000	0.00	0.00	100.00
2	8.000	14.06	2.42	97.58
3	6.300	1.29	0.22	97.36
4	4.000	1.33	0.23	97.13
5	2.000	2.55	0.44	96.70
6	1.000	12.32	2.12	94.58
7	0.630	7.62	1.31	93.27
8	0.500	9.51	1.63	91.64
9	0.250	124.11	21.32	70.32
10	0.063	301.10	51.72	18.60
	Schale	108.27	18.60	0.00

Größtkorn [mm] : 16.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände : Summe R : 582.16 g
Siebverlust : SV = me - Summe R : 0.00
Siebverlust : SV' = (me - Summe R) / me * 100 : 0.00
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

© By IDAT 1985 - 1999 V 2.08

Abbildung 5 : Siebkurve der Bodenprobe CS

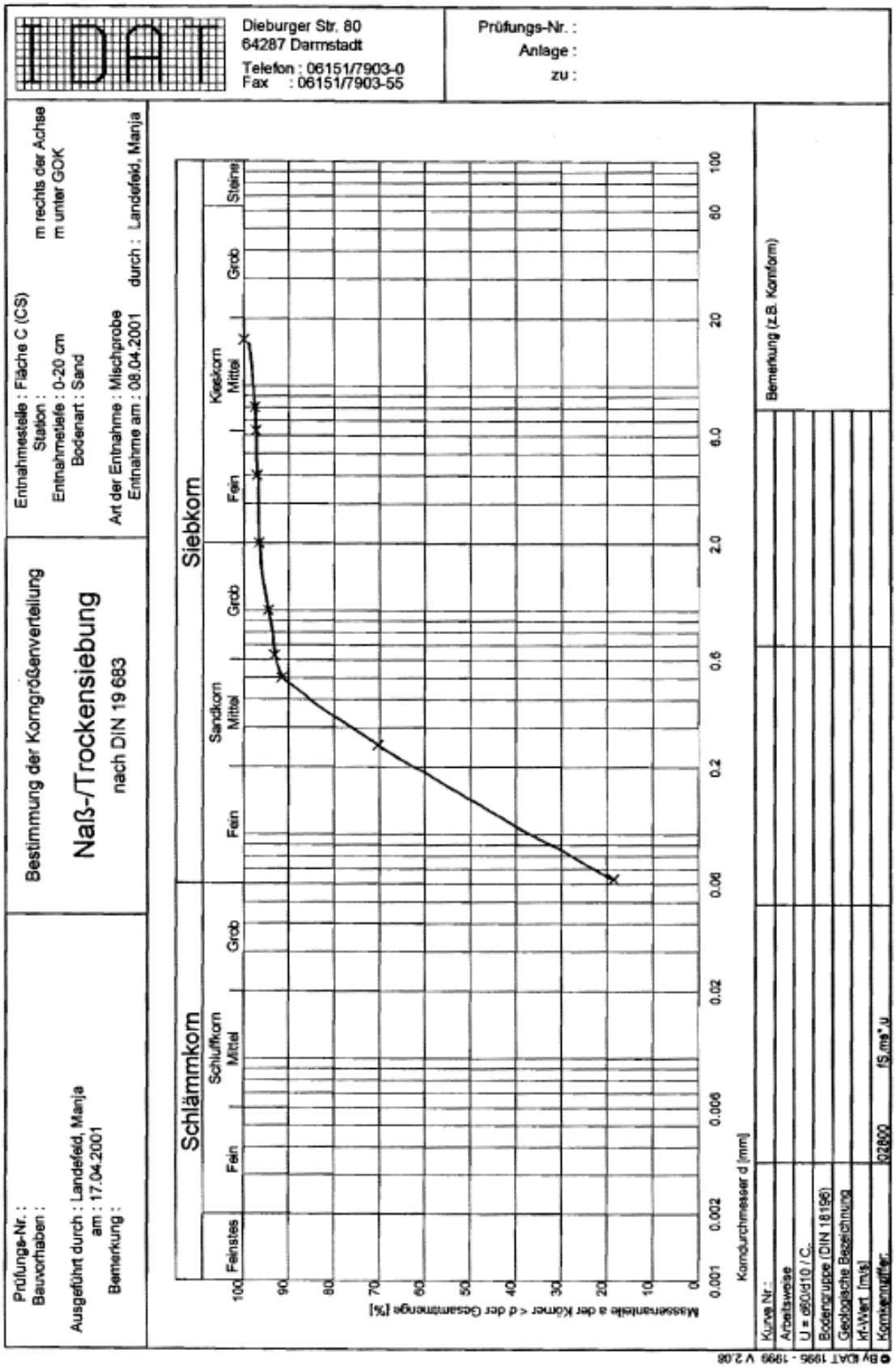


Tabelle 6 : Nasssiebung der Bodenprobe CL

C:\Diplom SS01\Landefeld\sieb\CL.lab

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landfeld, Manja
am : 12.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche C (CL)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : lehmig

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.0.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 528.71 g
Anteil < 0.063 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 528.71 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.063 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	16.000	29.14	5.51	94.49
2	8.000	34.79	6.58	87.91
3	6.300	15.22	2.88	85.03
4	4.000	29.34	5.55	79.48
5	2.000	43.44	8.22	71.26
6	1.000	33.47	6.33	64.93
7	0.630	14.29	2.70	62.23
8	0.500	8.20	1.55	60.68
9	0.250	35.78	6.77	53.91
10	0.063	126.68	23.96	29.95
	Schale	158.36	29.95	0.00

Größtkorn [mm] : 16.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände : Summe R : 528.71 g
Siebverlust : SV = me - Summe R : 0.00
Siebverlust : SV' = (me - Summe R) / me * 100 : 0.00
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

© By IDAT 1985 - 1999 V 2.08

Abbildung 6 : Siebkurve der Bodenprobe CL

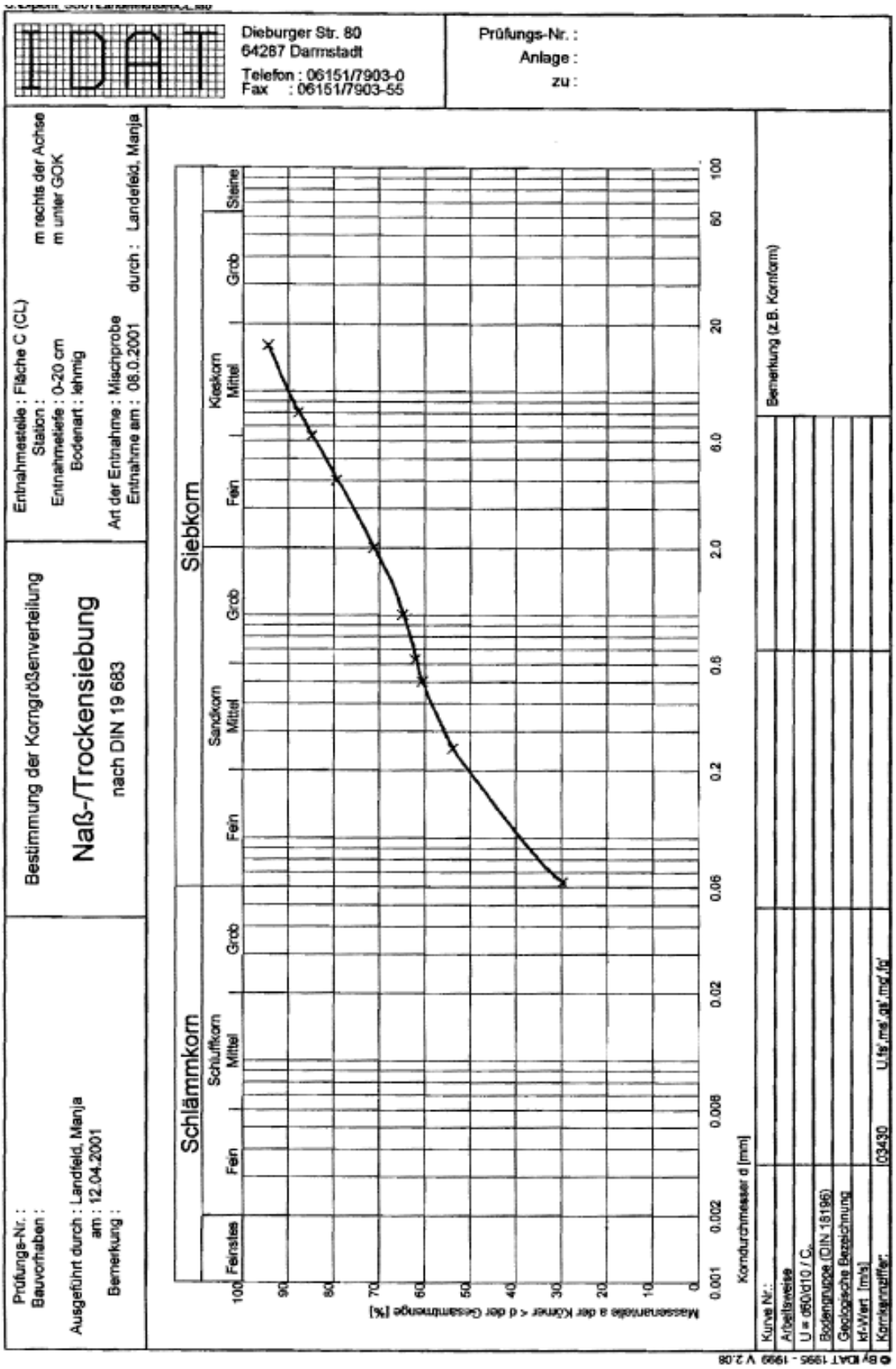


Tabelle 7 : Nasssiebung der Bodenprobe P1 / Fläche I

C:\Diplom_SS01\Landefeld\P1I.lab

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 15.05.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche I
Station : P1 m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0 - 0,2 m unter GOK
Bodenart : lehmiger Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 09.05.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 271.26 g
Anteil < 0.063 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 271.26 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.063 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	8.000	22.21	8.19	91.81
2	6.300	7.60	2.80	89.01
3	4.000	15.99	5.89	83.12
4	2.000	21.31	7.86	75.26
5	1.000	22.55	8.31	66.95
6	0.630	12.23	4.51	62.44
7	0.500	7.30	2.69	59.75
8	0.250	21.11	7.78	51.96
9	0.063	39.21	14.45	37.51
10	Schale	101.75	37.51	0.00

Größtkorn [mm] : 8.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände : Summe R : 271.26 g
Siebverlust : SV = me - Summe R : 0.00
Siebverlust : SV' = (me - Summe R) / me * 100 : 0.00
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

© By IDAT 1995 - 1999 V 2.08

Abbildung 7 : Siebkurve der Bodenprobe P1 / Fläche I

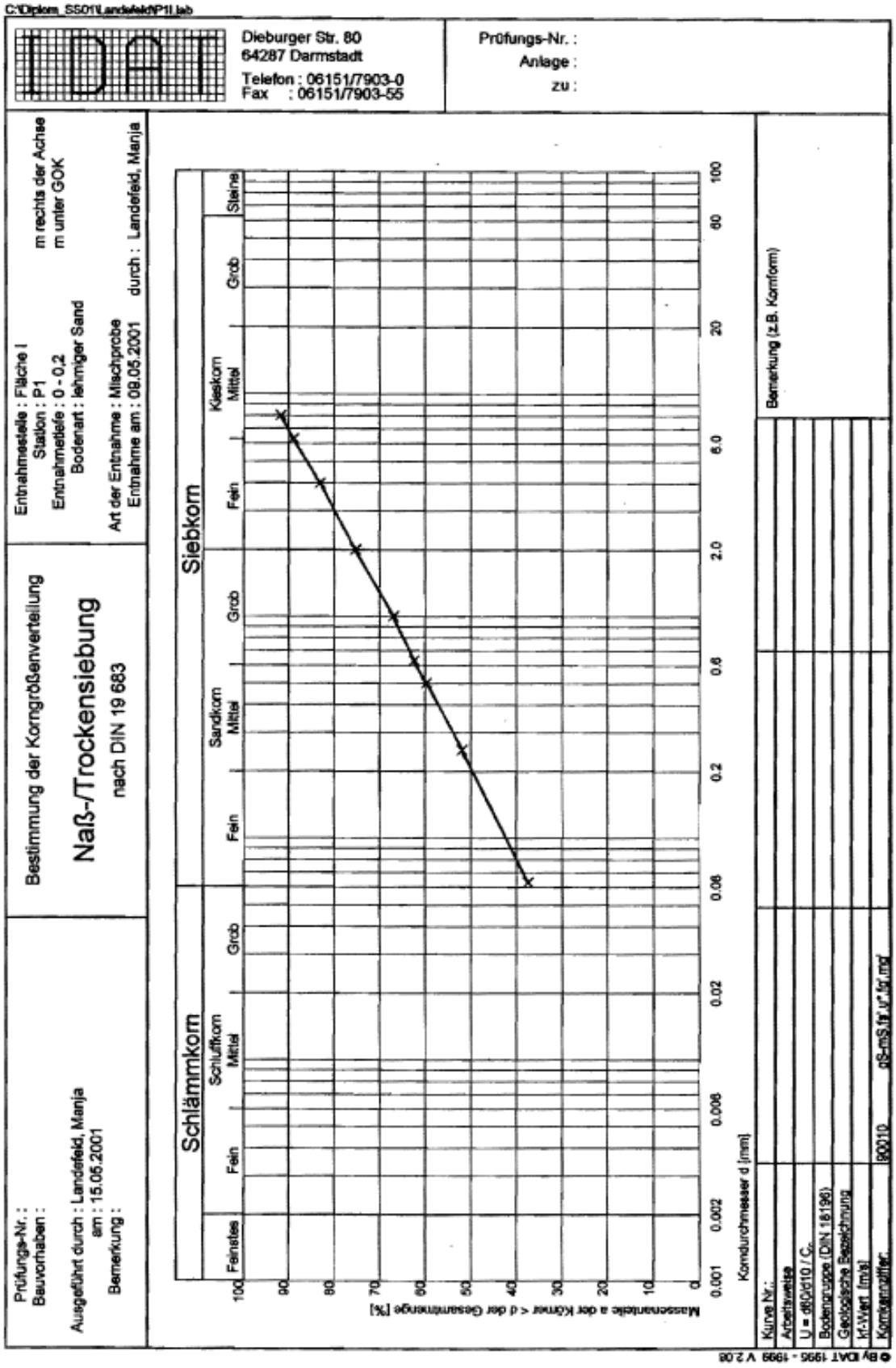


Tabelle 8 : Nasssiebung der Bodenprobe P2 / Fläche I

C:\Diplom_SS01\Landefeld\P2I.lab

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 15.05.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche I
Station : P2 m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0 - 0,2 m unter GOK
Bodenart : lehmiger Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 09.05.2001 durch : Landfeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 490.51 g
Anteil < 0.063 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 490.51 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.063 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	20.000	32.58	6.64	93.36
2	16.000	70.16	14.30	79.05
3	8.000	75.70	15.43	63.62
4	6.300	22.61	4.61	59.01
5	4.000	40.28	8.21	50.80
6	2.000	49.87	10.17	40.63
7	1.000	36.64	7.47	33.16
8	0.630	20.24	4.13	29.04
9	0.500	13.21	2.69	26.34
10	0.250	38.05	7.76	18.59
11	0.063	61.78	12.60	5.99
	Schale	29.39	5.99	-0.00

Größtkorn [mm] : 20.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände :
Siebverlust :
Siebverlust :
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

Summe R : 490.51 g
SV = me - Summe R : 0.00
SV' = (me - Summe R) / me * 100 : 0.00

© By IDAT 1985 - 1999 V 2.08

Abbildung 8 : Siebkurve der Bodenprobe P2 / Fläche I

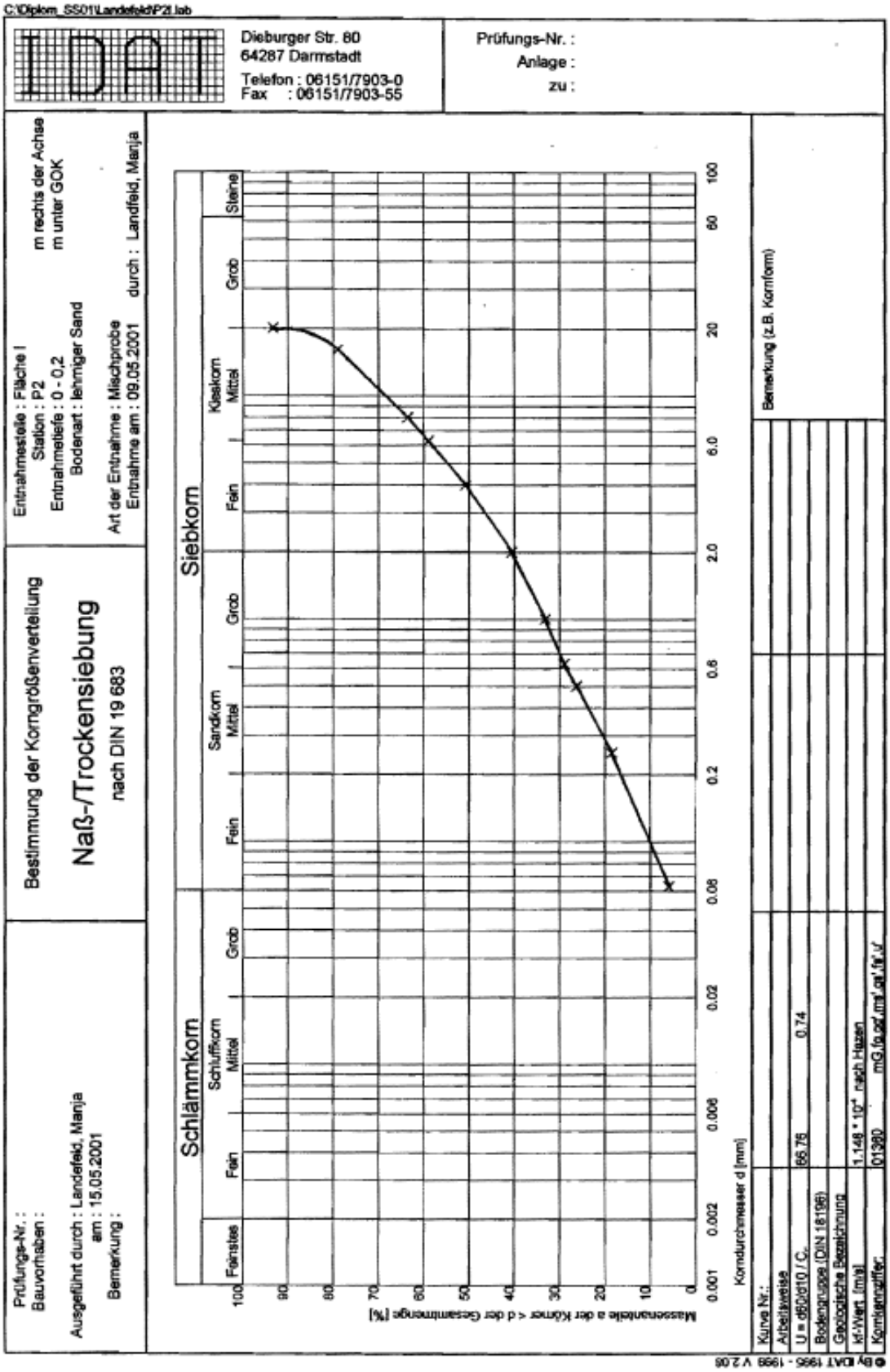


Tabelle 9 : Nasssiebung der Bodenprobe P4 / Fläche I

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 15.05.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche I
Station : P4 m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0 - 0,2 m unter GOK
Bodenart : lehmiger Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 09.05.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 377.40 g
Anteil < 0.063 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 377.40 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.063 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	16.000	5.45	1.44	98.56
2	8.000	35.61	9.44	89.12
3	6.300	9.77	2.59	86.53
4	4.000	23.14	6.13	80.40
5	2.000	28.35	7.51	72.89
6	1.000	31.73	8.41	64.48
7	0.630	18.41	4.88	59.60
8	0.500	10.12	2.68	56.92
9	0.250	29.42	7.80	49.13
10	0.063	64.64	17.13	32.00
	Schale	120.76	32.00	0.00

Größtkorn [mm] : 16.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände : Summe R : 377.40 g
Siebverlust : SV = me - Summe R : 0.00
Siebverlust : SV' = (me - Summe R) / me * 100 : 0.00
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

© By IDAT 1995 - 1999 V 2.08

Abbildung 9 : Siebkurve der Bodenprobe P4 / Fläche I

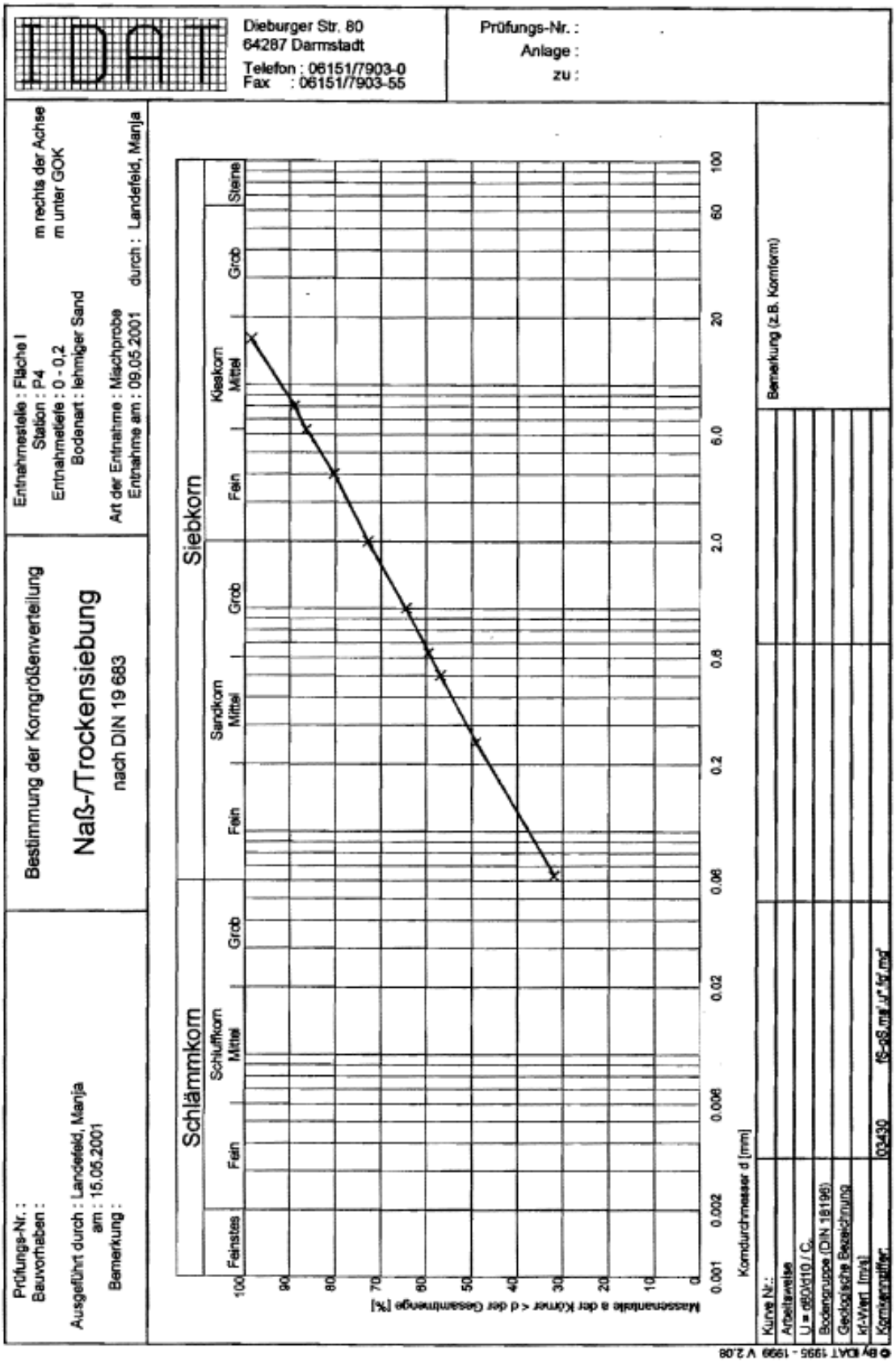


Tabelle 10 : Nasssiebung der Bodenprobe P3 / Fläche II

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 15.05.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche II
Station : P3 m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0 - 0,2 m unter GOK
Bodenart : lehmiger Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 09.05.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 402.46 g
Anteil < 0.063 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 402.46 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.063 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	20.000	22.77	5.66	94.34
2	16.000	12.76	3.17	91.17
3	8.000	14.98	3.72	87.45
4	6.300	7.30	1.81	85.64
5	4.000	11.10	2.76	82.88
6	2.000	19.39	4.82	78.06
7	1.000	20.42	5.07	72.99
8	0.630	10.44	2.59	70.39
9	0.500	5.08	1.26	69.13
10	0.250	19.72	4.90	64.23
11	0.063	53.16	13.21	51.02
	Schale	205.34	51.02	-0.00

Größtkorn [mm] : 20.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände : Summe R : 402.46 g
Siebverlust : SV = me - Summe R : 0.00
Siebverlust : SV' = (me - Summe R) / me * 100 : 0.00
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

© By IDAT 1985 - 1999 V 2.08

Abbildung 10 : Siebkurve der Bodenprobe P3 / Fläche II

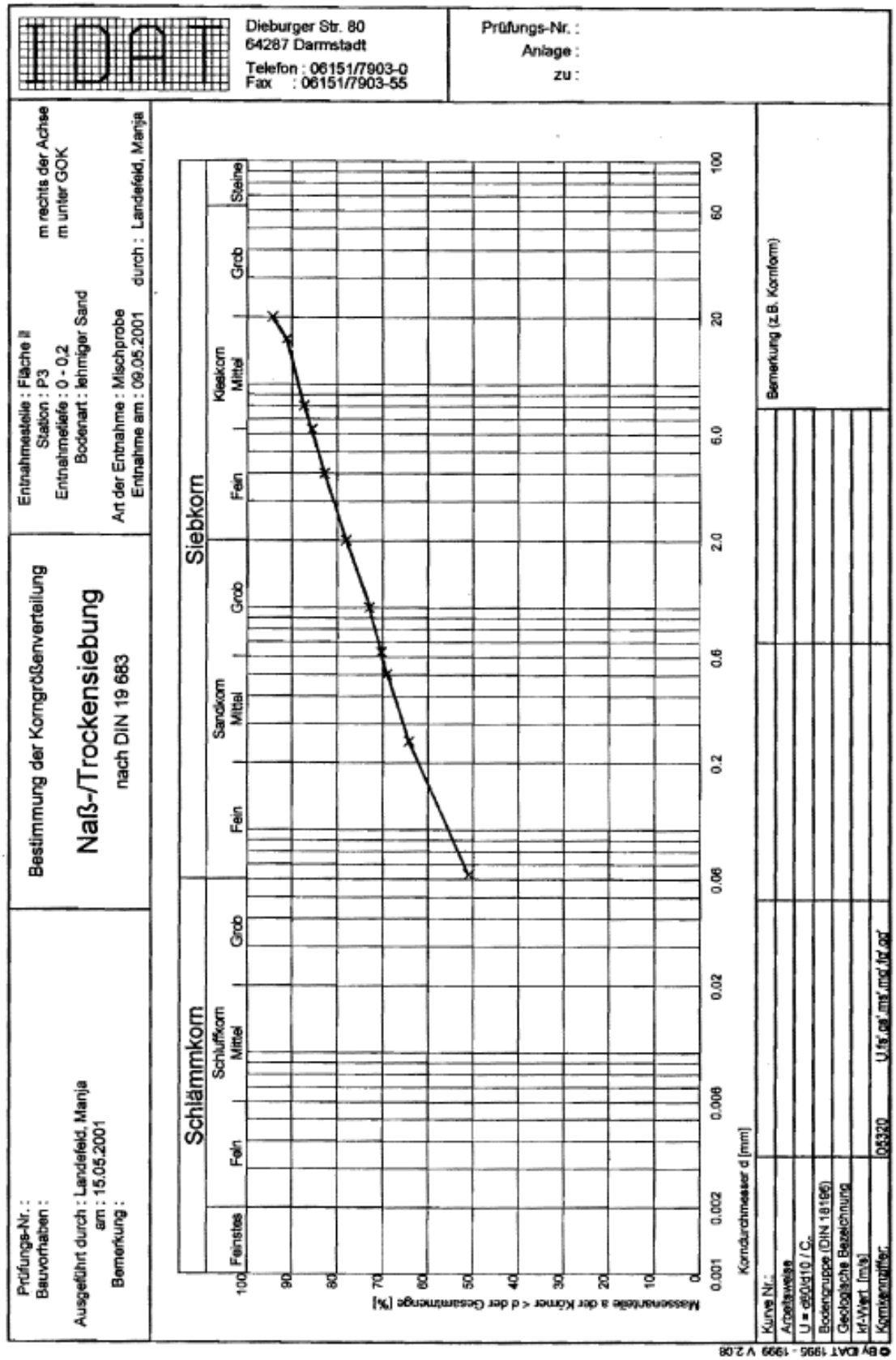


Tabelle 11 : Nasssiebung der Bodenprobe P4 / Fläche II

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Naß-/Trockensiebung

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 15.05.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche II
Station : P4 m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0 - 0,2 m unter GOK
Bodenart : lehmiger Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 09.05.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 352.77 g
Anteil < 0.063 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 352.77 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.063 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	16.000	31.06	8.80	91.20
2	8.000	18.72	5.31	85.89
3	6.300	11.33	3.21	82.68
4	4.000	14.66	4.16	78.52
5	2.000	18.46	5.23	73.29
6	1.000	17.77	5.04	68.25
7	0.630	7.93	2.25	66.00
8	0.500	5.25	1.49	64.52
9	0.250	19.85	5.63	58.89
10	0.063	47.14	13.36	45.53
	Schale	160.60	45.53	0.00

Größtkorn [mm] : 16.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände : Summe R : 352.77 g
Siebverlust : SV = me - Summe R : 0.00
Siebverlust : SV' = (me - Summe R) / me * 100 : 0.00
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

© By IDAT 1995 - 1999 V 2.08

Abbildung 11 : Siebkurve der Bodenprobe P4 / Fläche II

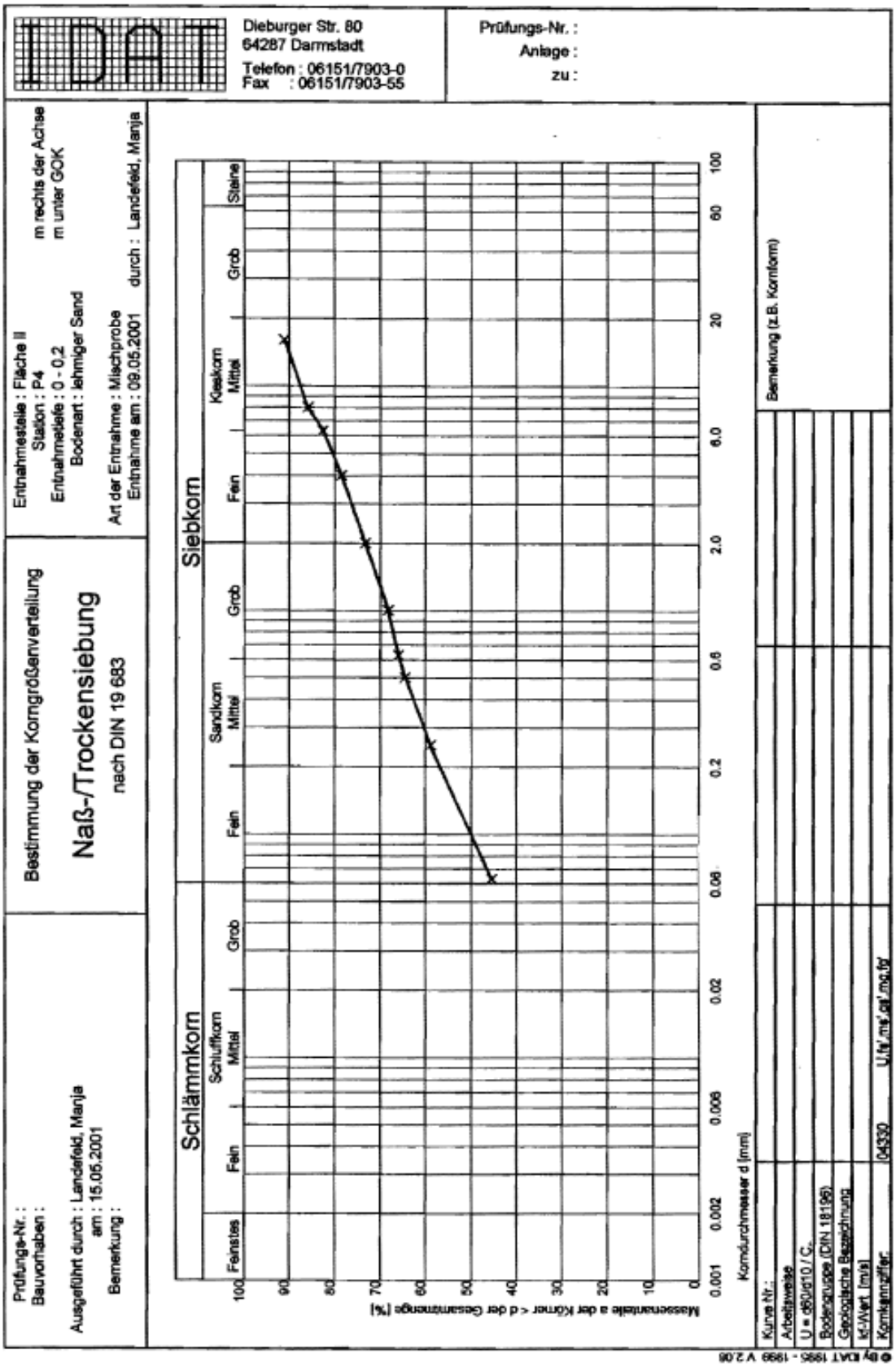


Tabelle 12 : Schlämmanalyse und Nasssiebung der Bodenprobe BS

C:\WinLabor\WinKorn\Hoffmann\Bs.lab

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. : BS
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Schlämmanalyse

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. : BS
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 20.06.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche B (BS)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0 - 0.2 m unter GOK
Bodenart : verwitterter Sandstein

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 11.06.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 22.19 g
Anteil < 0.002 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 22.19 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.002 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	2.000	0.00	0.00	100.00
2	1.000	0.00	0.00	100.00
3	0.630	0.03	0.15	99.85
4	0.500	0.16	0.80	99.05
5	0.250	7.62	38.04	61.01
6	0.063	10.39	51.87	9.14
7	0.020	0.00	0.00	9.14
8	0.006	1.00	4.99	4.14
9	0.002	0.50	2.50	1.65
	Schale	0.33	1.65	-0.00

Größtkorn [mm] : 2.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände : Summe R : 20.03 g
Siebverlust : SV = me - Summe R : 2.16
Siebverlust : SV' = (me - Summe R) / me * 100 : 9.73
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % : FEHLER

© By IDAT 1986 - 1999 V 2.08

Abbildung 12 : Schlämmanalyse und Siebkurve der Bodenprobe BS

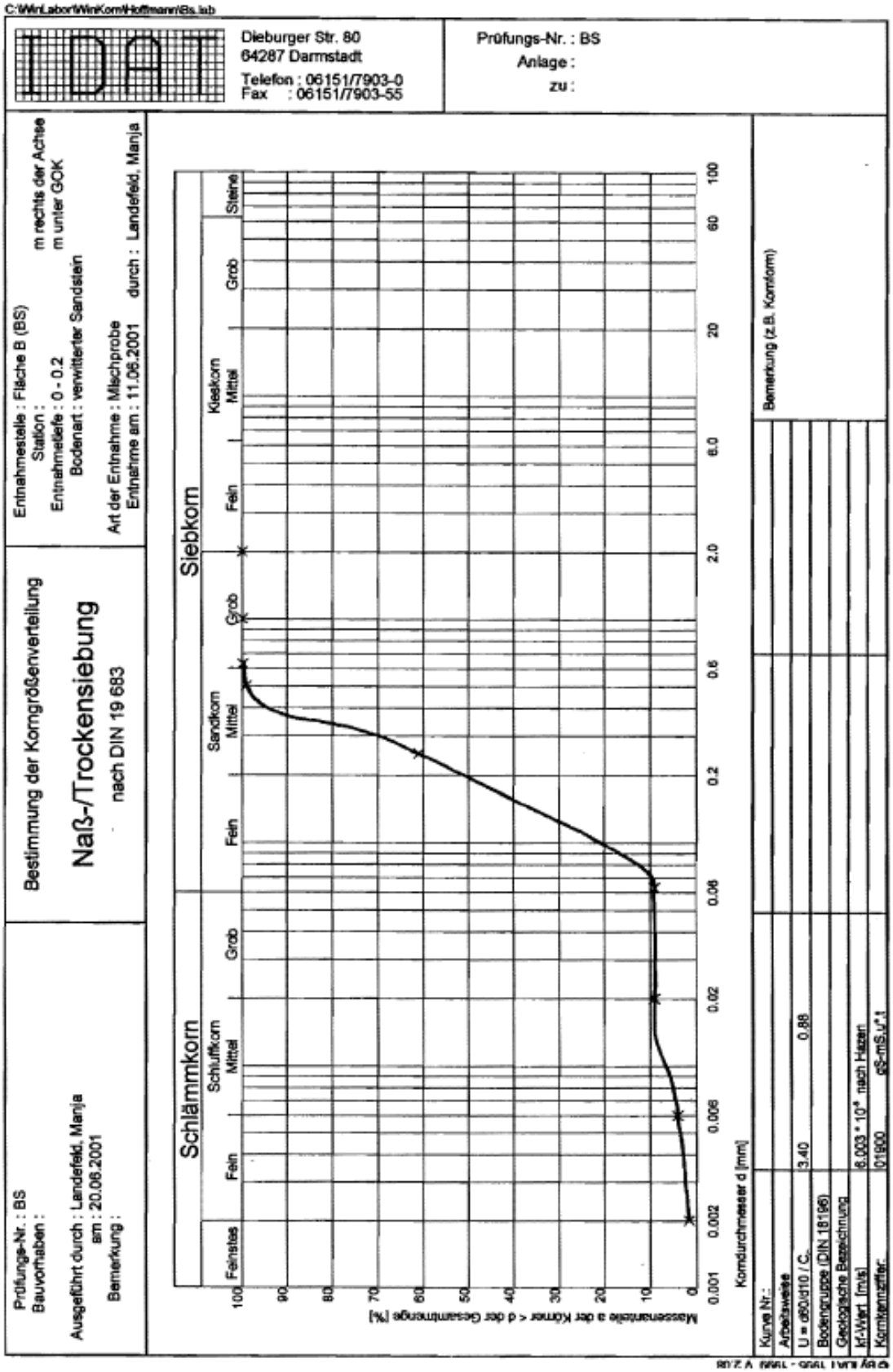


Tabelle 13 : Schlämmanalyse und Nasssiebung der Bodenprobe BL

C:\WinLabor\WinKorn\Hoffmann\BL.lab

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Schlämmanalyse

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 20.06.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche B (BL)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0 - 0.2 m unter GOK
Bodenart : lehmig

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 11.06.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 20.81 g
Anteil < 0.002 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 20.81 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.002 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	2.000	0.00	0.00	100.00
2	1.000	0.04	0.19	99.81
3	0.630	0.06	0.28	99.53
4	0.500	0.13	0.61	98.92
5	0.250	0.98	4.61	94.31
6	0.063	6.74	31.67	62.64
7	0.020	3.50	16.45	46.19
8	0.006	3.00	14.10	32.10
9	0.002	1.50	7.05	25.05
	Schale	5.33	25.05	0.00

Größtkorn [mm] : 2.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände : Summe R : 21.28 g
Siebverlust : SV = me - Summe R : -0.47
Siebverlust : SV' = (me - Summe R) / me * 100 : -2.26
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

© By IDAT 1985 - 1999 V 2.08

Abbildung 13 : Schlämmanalyse und Siebkurve der Bodenprobe BL

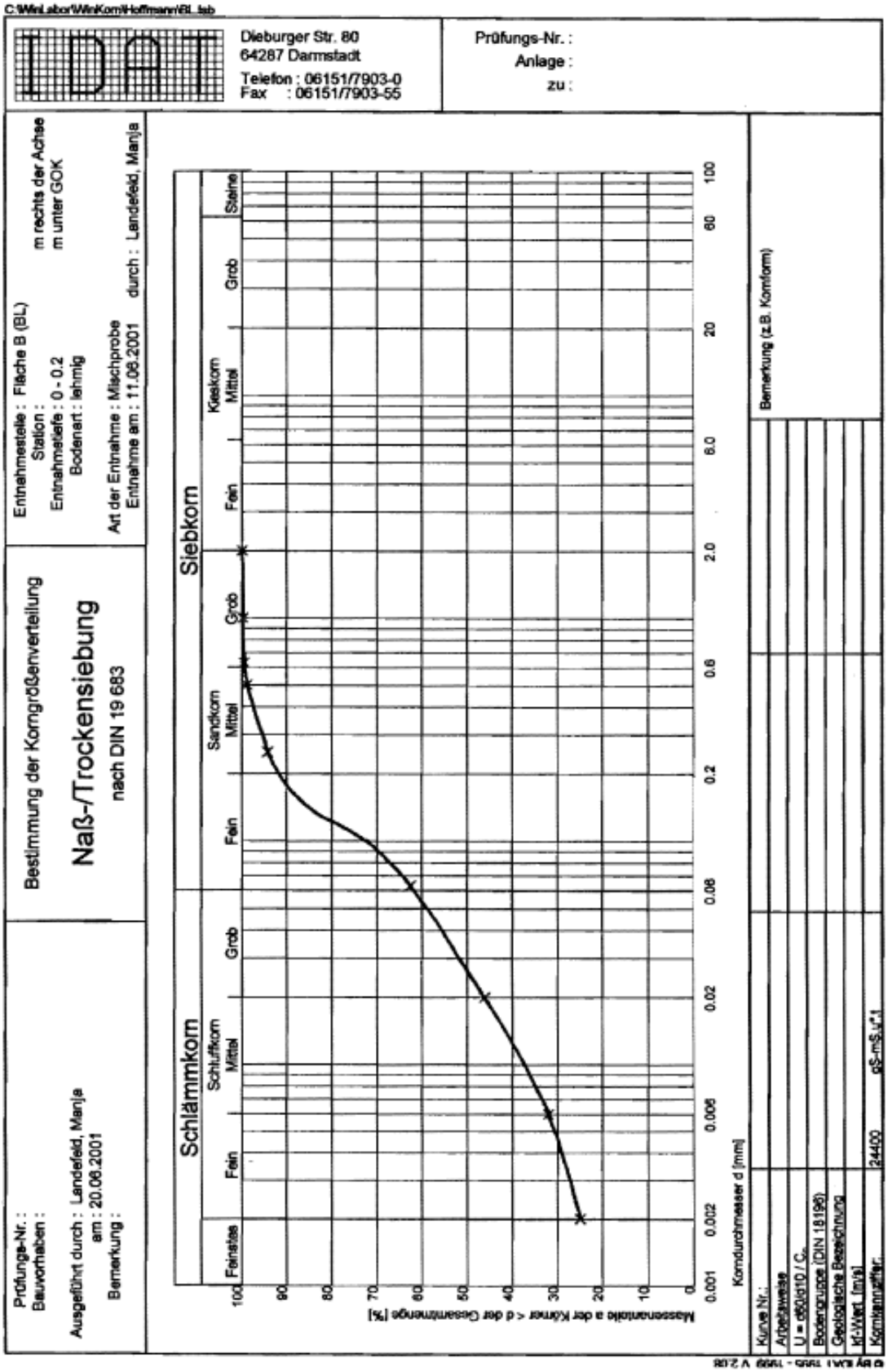


Tabelle 14 : Schlämmanalyse und Nasssiebung der Bodenprobe BP

C:\WinLabor\WinKorn\Hoffmann\BP.tab

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch

Schlämmanalyse

nach DIN 19 683

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 20.06.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche B (BP)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0 - 0.2 m unter GOK
Bodenart : Porphyrschutt

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 11.06.2001 durch : Landefeld, Manja

Siebanalyse :
Einwaage Siebanalyse me : 10.14 g
Anteil < 0.002 mm ma : 0.00 g
Gesamtgewicht der Probe mt : 10.14 g

%-Anteil der Siebeinwaage me' = 100 - ma' me' : 100.00
%-Anteil < 0.002 mm ma' = 100 - me' ma' : 0.00

	Siebdurchmesser [mm]	Rückstand [gramm]	Rückstand [%]	Durchgang [%]
1	2.000	0.00	0.00	100.00
2	1.000	1.19	11.15	88.85
3	0.630	0.76	7.12	81.72
4	0.500	0.42	3.94	77.79
5	0.250	0.97	9.09	68.70
6	0.063	2.50	23.43	45.27
7	0.020	2.50	23.43	21.84
8	0.006	0.50	4.69	17.15
9	0.002	1.00	9.37	7.78
	Schale	0.83	7.78	0.00

Größtkorn [mm] : 2.00

mit * gekennzeichnete Werte beziehen sich auf eine Teilmenge von : 0.00 g ab dem Sieb Nr. 0

Summe aller Siebrückstände : Summe R : 10.67 g
Siebverlust : SV = me - Summe R : -0.53
Siebverlust : SV' = (me - Summe R) / me * 100 : -5.23
wenn Siebverlust ≥ 1.0 % :

© By IDAT 1995 - 1999 V 2.08

Abbildung 14 : Schlämmanalyse und Siebkurve der Bodenprobe BP

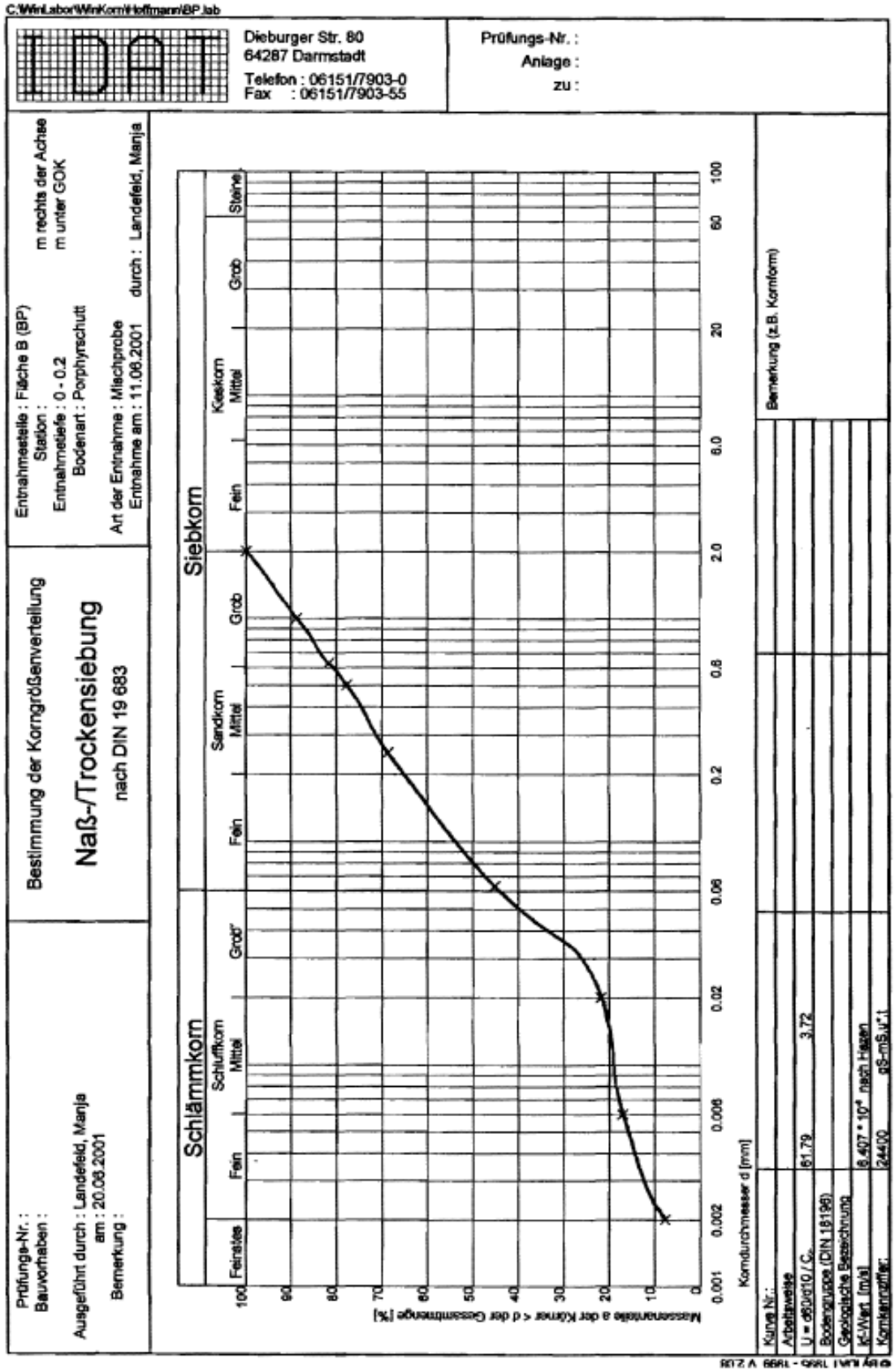


Abbildung 15 : Atterberg`sche Grenzen der Bodenprobe BL

C:\Diplom_SS01\Landefeld\Attbg_BL.lab

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

nach DIN 18122

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 12.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche B (BL)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : lehmig

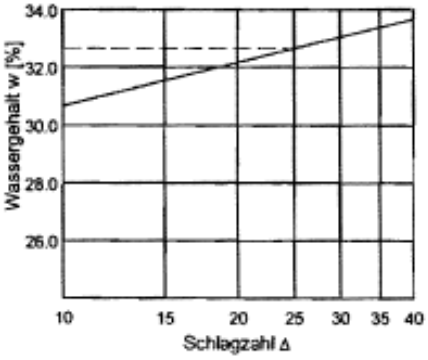
Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

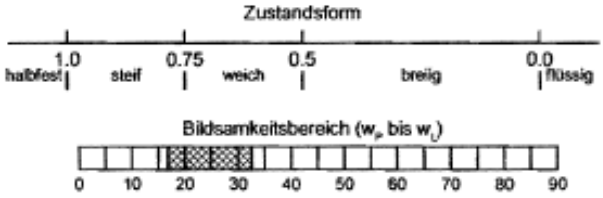
Fließgrenze

Behälter Nr. :	1	2	3		
Zahl der Schläge :	0 1 2	0 4 2	0 2 4		
Feuchte Probe + Behälter $m+m_b$ [g] :	118.84	143.47	129.55		
Trockene Probe + Behälter m_s+m_b [g] :	111.84	134.66	117.88		
Behälter m_b [g] :	85.46	101.93	77.88		
Wasser $m - m_s = m_w$ [g] :	7.00	8.81	11.67		
Trockene Probe m_s [g] :	26.38	32.73	40.00		
Wassergehalt $m_w / m_s * 100$ [%] :	26.54	26.92	29.18		
Wert übernehmen	☒	☒	☒		

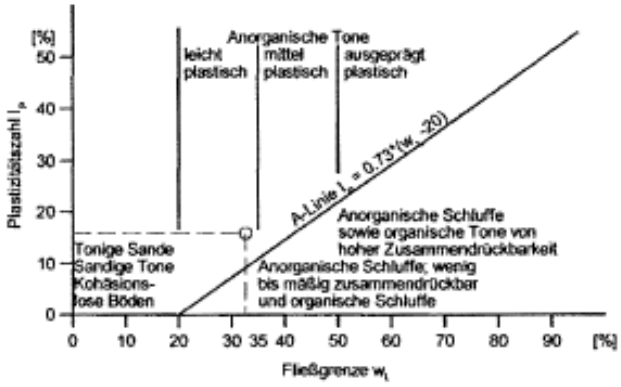
Ausrollgrenze

1	2	3	5
122.51	105.66	96.12	122.37
118.98	101.63	93.55	119.38
97.47	78.00	77.99	101.94
3.53	4.03	2.57	2.99
21.51	23.63	15.56	17.44
16.41	17.05	16.52	17.14





Natürlicher Wassergehalt : w = 0.00 %
Masse des Überkorns :
Trockenmasse der Probe :
Überkornanteil : $ü$ = 0.00 %
Wassergehalt (Überkorn) $w_ü$ = 0.00 %
korr. Wassergehalt : $w_K = \frac{w - w_ü * ü}{1.0 - ü}$ = 0.00 %
Fließgrenze w_L = 32.67 %
Ausrollgrenze w_P = 16.78 %
Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P$ = 15.89 %
Konsistenzzahl $\frac{w_L - w_K}{w_L - w_P}$ = n.b.



© By IDAT 1995 - 1999 V 2.06

Abbildung 16 : Atterberg`sche Grenzen der Bodenprobe BP

C:\Diplom_SS01\Landefeld\Atbg_BP.lab

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

nach DIN 18122

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

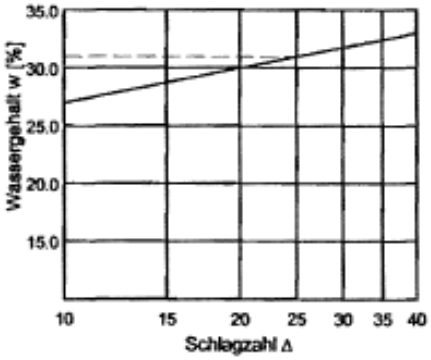
Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 12.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche B (BP)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : Porphyrschutt

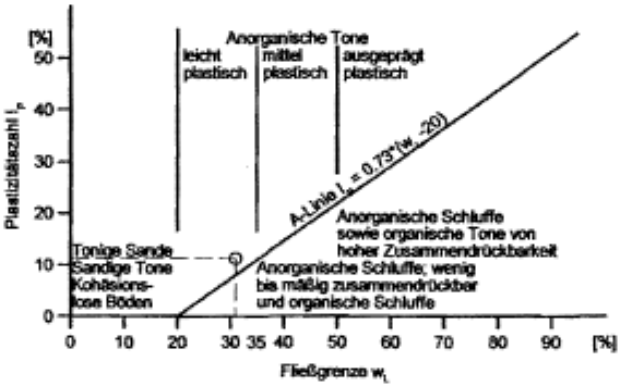
Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

Fließgrenze																								
Behälter Nr. :	1			2			3																	
Zahl der Schläge :	0	0	7	0	3	3	0	2	6															
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] :	121.32			129.42			122.47																	
Trockene Probe + Behälter m_s+m_B [g] :	113.97			123.71			115.98																	
Behälter m_B [g] :	85.10			97.50			87.66																	
Wasser $m - m_s = m_w$ [g] :	7.35			5.71			6.49																	
Trockene Probe m_s [g] :	28.87			26.21			28.32																	
Wassergehalt $m_w / m_s * 100$ [%] :	25.46			21.79			22.92																	
Wert übernehmen	☒			☒			☒																	

Ausrollgrenze			
1	2	3	5
106.36	112.45	104.76	93.66
102.85	108.02	101.65	91.01
85.34	86.47	85.57	77.20
3.51	4.43	3.11	2.65
17.51	21.55	16.08	13.81
20.05	20.56	19.34	19.19



Natürlicher Wassergehalt :	w	=	0.00	%
Masse des Überkorns :				
Trockenmasse der Probe :				
Überkornanteil :	ü	=	0.00	%
Wassergehalt (Überkorn)	$w_ü$	=	0.00	%
korr. Wassergehalt : $w_k = \frac{w - w_ü * ü}{1.0 - ü}$		=	0.00	%
Fließgrenze	w_L	=	30.99	%
Ausrollgrenze	w_P	=	19.78	%
Plastizitätszahl	$I_P = w_L - w_P$	=	11.21	%
Konsistenzzahl	$\frac{w_L - w_k}{w_L - w_P}$	=	n.b.	



© By IDAT 1985 - 1999 V 2.08

Abbildung 17 : Atterberg`sche Grenzen der Bodenprobe CL

C:\Diplom_SS01\Landefeld\Atttbg_CL.lab

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen

nach DIN 18122

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 12.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche C (CL)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : lehmig

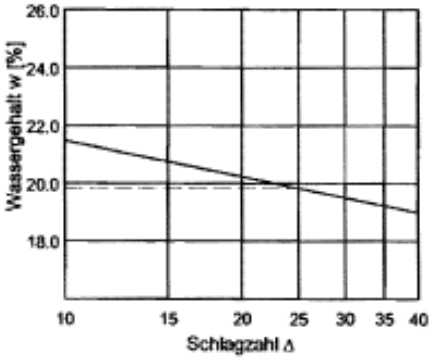
Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

Fließgrenze

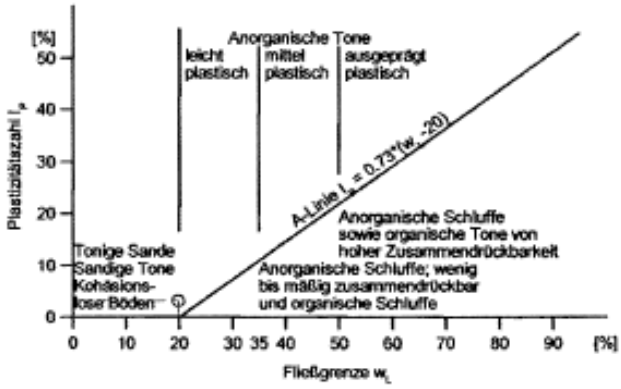
Behälter Nr. :	1	2	3		
Zahl der Schläge :	0 2 6	0 1 0	0 4 2		
Feuchte Probe + Behälter $m+m_b$ [g] :	126.05	121.21	131.53		
Trockene Probe + Behälter m_s+m_b [g] :	118.68	114.26	123.44		
Behälter m_b [g] :	88.01	87.38	87.48		
Wasser $m - m_s = m_w$ [g] :	7.37	6.95	8.09		
Trockene Probe m_s [g] :	30.67	26.88	35.96		
Wassergehalt $m_w / m_s * 100$ [%] :	24.03	25.86	22.50		
Wert übernehmen	☒	☒	☒		

Ausrollgrenze

1	3	4	5
112.31	110.37	119.60	119.68
108.83	107.04	115.05	115.03
87.65	87.44	87.98	86.85
3.48	3.33	4.55	4.65
21.18	19.60	27.07	28.18
16.43	16.99	16.81	16.50



Natürlicher Wassergehalt :	w	=	0.00 %
Masse des Überkorns :			
Trockenmasse der Probe :			
Überkornanteil :	0	=	0.00 %
Wassergehalt (Überkorn)	w_0	=	0.00 %
korr. Wassergehalt : $w_k = \frac{w - w_0 * 0}{1.0 - 0}$		=	0.00 %
Fließgrenze	w_L	=	19.83 %
Ausrollgrenze	w_p	=	16.68 %
Plastizitätszahl	$I_p = w_L - w_p$	=	3.14 %
Konsistenzzahl	$\frac{w_L - w_k}{w_L - w_p}$	=	n.b.



© By IDAT 1995 - 1999 V 2.08

Tabelle 15 : Kalkgehalt der Bodenprobe AS

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung des Kalkgehalts

nach DIN 18 129

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 10.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche A (AS)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Kalkgehaltsbestimmung						
Bezeichnung der Probe						
Trockenmasse der Probe [g]	12.49	12.29	12.36			
Temperatur [°C]	23.00	23.00	23.00			
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.50	98.50	98.50			
Volumen nach 30 sec [cm³]						
Volumen Versuchsende [cm³]	2.00	2.00	2.10			
Kalzitanteil [%]						
Dolomitanteil [%]						
Kalkgehalt [%]	0.06	0.07	0.07			0.07

Bemerkungen :

© By IDAT 1995 - 1999 V 2.08

Tabelle 16 : Kalkgehalt der Bodenprobe BS

C:\Diplom_SS01\Landefeld\landBS.lab;

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung des Kalkgehalts

nach DIN 18 129

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 10.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche B (BS)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2110 durch : Landefeld, Manja

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Kalkgehaltsbestimmung						
Bezeichnung der Probe						
Trockenmasse der Probe [g]	8.01	8.02	8.00			
Temperatur [°C]	23.00	23.00	23.00			
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.50	98.50	98.50			
Volumen nach 30 sec [cm³]						
Volumen Versuchsende [cm³]	0.80	1.00	0.80			
Kalzitanteil [%]						
Dolomitanteil [%]						
Kalkgehalt [%]	0.04	0.05	0.04			0.04

Bemerkungen :

© By IDAT 1985 - 1999 V 2.00

Tabelle 17 : Kalkgehalt der Bodenprobe BL

C:\Diplom_SS01\Landefeld\landBC.lab;

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung des Kalkgehalts

nach DIN 18 129

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 10.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche B (BL)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : lehmig

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Kalkgehaltsbestimmung						
Bezeichnung der Probe						
Trockenmasse der Probe [g]	8.00	8.04	8.00			
Temperatur [°C]	23.00	23.00	23.00			
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.50	98.50	98.50			
Volumen nach 30 sec [cm³]						
Volumen Versuchsende [cm³]	5.60	5.20	5.40			
Kalzitanteil [%]						
Dolomitanteil [%]						
Kalkgehalt [%]	0.28	0.26	0.27			0.27

Bemerkungen :

© By IDAT 1995 - 1999 V 2.08

Tabelle 18 : Kalkgehalt der Bodenprobe BP

C:\Diplom_SSD1\Landefeld\landBP.lab;

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung des Kalkgehalts

nach DIN 18 129

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 10.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche B (BP)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : Porphyrschutt

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Kalkgehaltsbestimmung						
Bezeichnung der Probe						
Trockenmasse der Probe [g]	5.15	8.35	8.23			
Temperatur [°C]	23.00	23.00	23.00			
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.50	98.50	98.50			
Volumen nach 30 sec [cm³]						
Volumen Versuchsende [cm³]	7.80	12.80	13.00			
Kalzitanteil [%]						
Dolomitanteil [%]						
Kalkgehalt [%]	0.61	0.62	0.63			0.62

Bemerkungen :

© By IDAT 1995 - 1999 V 2.08

Tabelle 19 : Kalkgehalt der Bodenprobe CS

C:\Diplom SS01\Landefeld\Sand\CS.lab:

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung des Kalkgehalts

nach DIN 18 129

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 1.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche C (CS)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Kalkgehaltsbestimmung						
Bezeichnung der Probe						
Trockenmasse der Probe [g]	10.12	10.25	10.86			
Temperatur [°C]	23.00	23.00	23.00			
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.50	98.50	98.50			
Volumen nach 30 sec [cm³]						
Volumen Versuchsende [cm³]	5.20	4.80	4.90			
Kalzitanteil [%]						
Dolomitanteil [%]						
Kalkgehalt [%]	0.21	0.19	0.18			0.19

Bemerkungen :

© By IDAT 1996 - 1999 V 2.08

Tabelle 20 : Kalkgehalt der Bodenprobe CL

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung des Kalkgehalts

nach DIN 18 129

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 10.04.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche C (CL)
Station : m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-20 cm m unter GOK
Bodenart : lehmig

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 08.04.2001 durch : Landefeld, Manja

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Kalkgehaltsbestimmung						
Bezeichnung der Probe						
Trockenmasse der Probe [g]	10.15	10.47	10.01			
Temperatur [°C]	23.00	23.00	23.00			
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.50	98.50	98.50			
Volumen nach 30 sec [cm³]						
Volumen Versuchsende [cm³]	9.60	10.00	10.26			
Kalzitanteil [%]						
Dolomitanteil [%]						
Kalkgehalt [%]	0.38	0.38	0.41			0.39

Bemerkungen :

© By IDAT 1985 - 1999 V 2.06

Tabelle 21 : Kalkgehalt der Bodenprobe P1 / Fläche I

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung des Kalkgehalts

nach DIN 18 129

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 14.05.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche I
Station : P-1 m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0-0,2 m unter GOK
Bodenart : lehmiger Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 09.05.2001 durch : Landefeld, Manja

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Kalkgehaltsbestimmung						
Bezeichnung der Probe						
Trockenmasse der Probe [g]	5.05	5.03				
Temperatur [°C]	21.00	21.00				
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.40	98.40				
Volumen nach 30 sec [cm³]						
Volumen Versuchsende [cm³]	4.80	5.00				
Kalzitanteil [%]						
Dolomitanteil [%]						
Kalkgehalt [%]	0.38	0.40				0.39

Bemerkungen :

© By IDAT 1995 - 1999 V 2.08

Tabelle 22 : Kalkgehalt der Bodenprobe P2 / Fläche I

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung des Kalkgehalts

nach DIN 18 129

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 15.05.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche I
Station : P2 m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0 - 0,2 m unter GOK
Bodenart : lehmiger Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 09.05.2001 durch : Landefeld, Manja

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Kalkgehaltsbestimmung						
Bezeichnung der Probe						
Trockenmasse der Probe [g]	5.08	5.12				
Temperatur [°C]	21.00	21.00				
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.40	98.40				
Volumen nach 30 sec [cm³]						
Volumen Versuchsende [cm³]	0.90	1.00				
Kalzitanteil [%]						
Dolomitanteil [%]						
Kalkgehalt [%]	0.07	0.08				0.08

Bemerkungen :

© By IDAT 1996 - 1999 V 2.08

Tabelle 23 : Kalkgehalt der Bodenprobe P4 / Fläche I

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung des Kalkgehalts

nach DIN 18 129

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 15.05.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche I
Station : P4 m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0 - 0,2 m unter GOK
Bodenart : lehmiger Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 09.05.2001 durch : Landefeld, Manja

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Kalkgehaltsbestimmung						
Bezeichnung der Probe						
Trockenmasse der Probe [g]	5.01	5.01				
Temperatur [°C]	21.00	21.00				
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.40	98.40				
Volumen nach 30 sec [cm³]						
Volumen Versuchsende [cm³]	0.60	0.60				
Kalzitanteil [%]						
Dolomitanteil [%]						
Kalkgehalt [%]	0.05	0.05				0.05

Bemerkungen :

© By IDAT 1995 - 1999 V 2.08

Tabelle 24 : Kalkgehalt der Bodenprobe P3 / Fläche II

Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung des Kalkgehalts

nach DIN 18 129

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 15.05.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche II
Station : P3 m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0 - 0,2 m unter GOK
Bodenart : lehmiger Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 09.05.2001 durch : Landefeld, Manja

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Kalkgehaltsbestimmung						
Bezeichnung der Probe						
Trockenmasse der Probe [g]	5.00	5.10				
Temperatur [°C]	21.00	21.00				
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.40	98.40				
Volumen nach 30 sec [cm³]						
Volumen Versuchsende [cm³]	0.00	0.00				
Kalzitanteil [%]						
Dolomitanteil [%]						
Kalkgehalt [%]	0.00	0.00				0.00

Bemerkungen :

© By IDAT 1993 - 1999 V 2.08

Tabelle 25 : Kalkgehalt der Bodenprobe P4 / Fläche II

IDAT
Dieburger Str. 80
64287 Darmstadt
Telefon : 06151/7903-0
Fax : 06151/7903-55

Prüfungs-Nr. :
Anlage :
zu :

Bestimmung des Kalkgehalts

nach DIN 18 129

Prüfungs-Nr. :
Bauvorhaben :

Ausgeführt durch : Landefeld, Manja
am : 15.05.2001
Bemerkung :

Entnahmestelle : Fläche II
Station : P4 m rechts der Achse
Entnahmetiefe : 0 - 0,2 m unter GOK
Bodenart : lehmiger Sand

Art der Entnahme : Mischprobe
Entnahme am : 09.05.2001 durch : Landefeld, Manja

Nr. des Versuchs	1	2	3	4	5	Mittelwert
Kalkgehaltsbestimmung						
Bezeichnung der Probe						
Trockenmasse der Probe [g]	5.15	5.08				
Temperatur [°C]	21.00	21.00				
Absoluter Luftdruck [kPa]	98.40	98.40				
Volumen nach 30 sec [cm³]						
Volumen Versuchsende [cm³]	1.00	1.00				
Kalzitanteil [%]						
Dolomitanteil [%]						
Kalkgehalt [%]	0.08	0.08				0.08

Bemerkungen :

© By IDAT 1995 - 1999 V 2.08

Tabelle 26 : Ergebnisse der Bestimmungen der Bodenparameter Humusgehalt, pH – Wert, Stickstoffgehalt nach Kjeldahl, Kalium- und Phosphorgehalt für die Bodenproben AS, BL, BP, BS, Cl, CS

Fachbereich Gartenbau
Labor für Bodenkunde, Chemie
und Pflanzenernährung

FACHHOCHSCHULE ERFURT
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Eingangsnummer: B 01011

Untersuchungsprotokoll

Bezeichnung der Bodenprobe: Frau Landefeld

Analysenergebnisse:
Proben-Nummer

Analyseparameter:	1	2	3	4	5
TS [%]:					
Feinanteil, < 6 µm [%]					
OS [%]:	4,5	2,54	4,94	5,01	5,66
Karbonatgehalt [%]:					
Salzgehalt					
EC [mS/cm]:					
m_{Salz} [g KCl/100g Boden:					
pH-Wert :	4,8	5,0	4,3	5,2	4,2
P_{CAL} [mg/100g Boden]:	1,09	1,53	2,92	1,67	4,21
K_{CAL} [mg/100 g Boden]:	3,4	12,1	4,8	4,4	6,7
Mg_{CaCl2} [mg/100 g Boden]:					
NH_4-N_{CaCl2} [mg/kg Boden]:					
NO_3-N_{CaCl2} [mg/kg Boden]:					
$N_{min\ CaCl2}$ [mg/kg Boden]:					
N_t (KJELDAHL), [%]:	0,23	0,09	0,18	0,22	0,24
Chlorid [mg/100 g Boden]:					
Bodenart :					

Bemerkungen:
1- P1 I
2- P2 I
3- P3 II
4- P4 I
5- P4 II

Erfurt, den 2001-05-22

Dr. Schwarick

Tabelle 27 : Ergebnisse der Bestimmungen der Bodenparameter Humusgehalt, pH – Wert, Stickstoffgehalt nach Kjeldahl, Kalium- und Phosphorgehalt für die Bodenproben P1 /I, P2/I, P4/I, P3/II, P4/II

Fachhochschule Erfurt
FB Gartenbau
Labor für Bodenkunde/Chemie und Pflanzenernährung

Ergebnisse der Boden-Untersuchung Nr.: B 01008

Bezeichnung: **Datum: 26.04.01**

Proben-Nr.:	Proben-bezeichnung	K [mg/100g]	P [mg/100g]	N_t [%]	Humus [%]	pH-Wert
1	**AS**	4,6	0,85	0,01	0,00	3,9
2	**BL**	9,1	0,91	0,01	0,00	5,2
3	**BP**	6,8	0,34	0,01	0,00	7,0
4	**BS**	4,3	1,02	0,00	0,00	4,8
5	**CL**	5,9	1,54	0,05	0,00	5,2
6	**CS**	4,9	1,63	0,00	0,00	4,1
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						

Dr. Schwarick
Laborleiter

Tabelle 28 : Ergebnisse der Bestimmung von Trockenlagerungsdichte und Porenraum des Bodens mittels Stechzylindermethode; für die Proben P1, P2, P4 der Gewinnungsfläche I und die Proben P3, P4 der Gewinnungsfläche II

	Fläche I			**Fläche II**	
Probennummer	**P1**	**P2**	**P4**	**P3**	**P4**
Zyl.+Feuchtprobe [g]	271,86	257,40	254,70	278,86	261,90
V_{Sand} [ml=cm³]	7,5	13	14	2	14,5
Zyl.+Feuchtprobe+Sand [g]	281,25	278,39	275,61	281,50	280,40
Sand [g]	9,39	20,99	20,91	2,64	18,5
Zyl.+Trockenprobe [g]	229,38	241,47	224,56	233,38	237,36
leerer Zylinder [g]	126,13	125,24	126,07	126,13	126,12
Feuchtprobe [g]	145,73	132,16	128,63	152,73	135,78
Trockenprobe [g]	103,25	116,23	98,49	107,25	111,24
Wassergehalt [g]	42,48	15,93	30,14	45,48	24,54
Wassergehalt [%]	29,15	12,05	23,43	29,78	18,07
Trockenlagerungsdichte [g/cm³]	1,12	1,34	1,15	1,09	1,30
Porenvolumen [%]	57,74	49,43	56,60	58,87	50,94

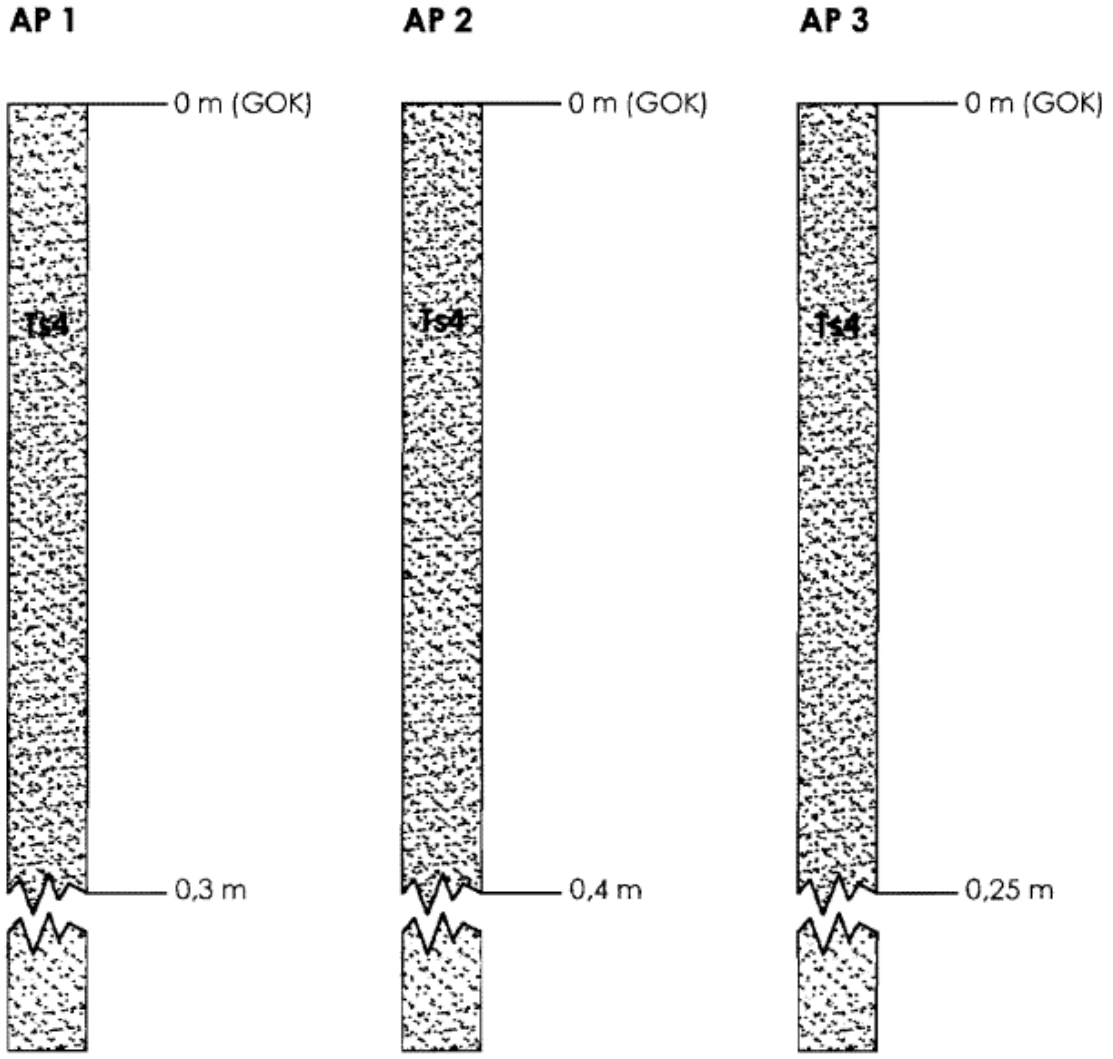


Abbildung 18 : Pürckhauer - Bohrungen auf Fläche A der Begrünungsflächen am RRB

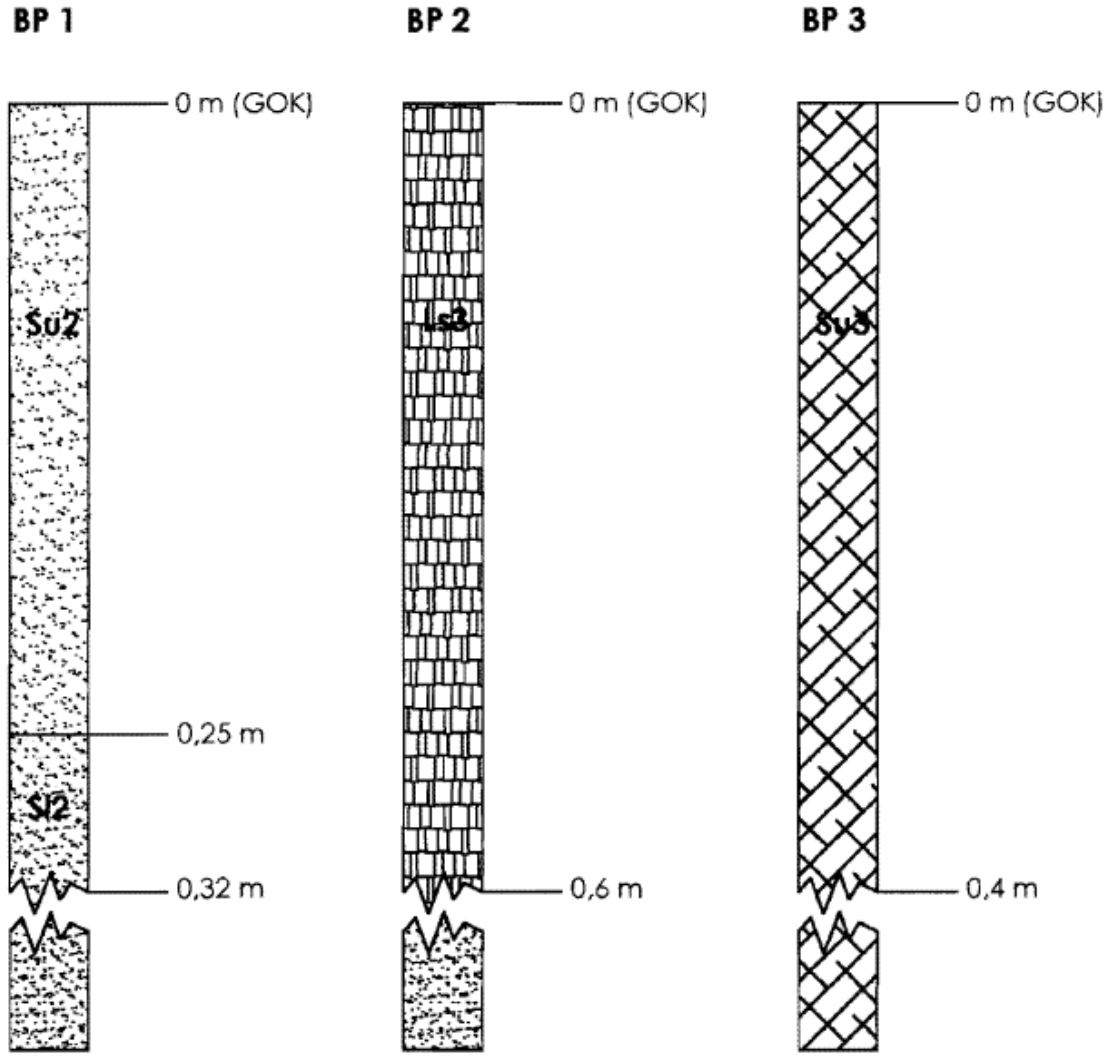


Abbildung 19 : Pürckhauer - Bohrungen auf Fläche B der Begrünungsflächen am RRB

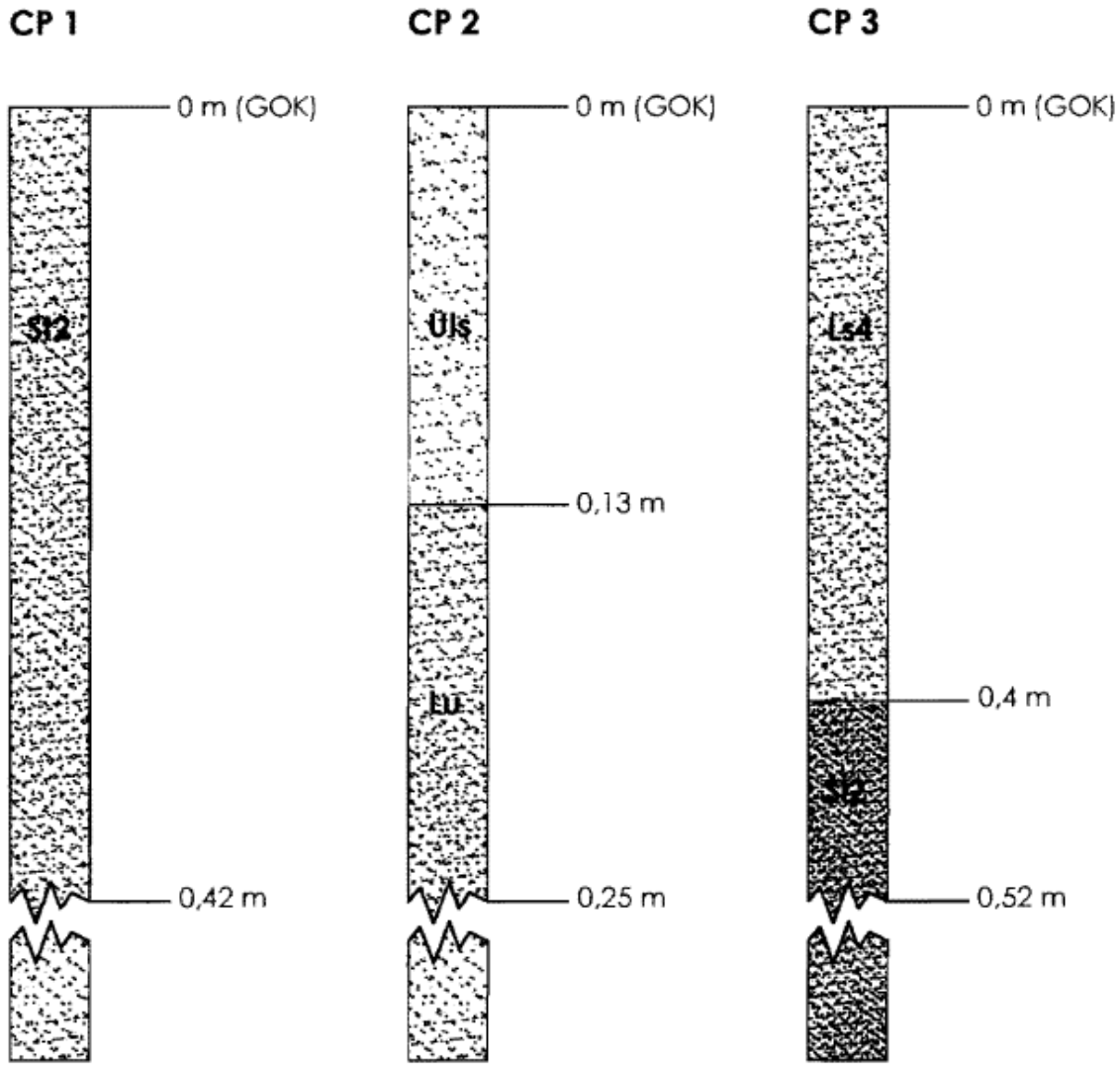


Abbildung 20 : Pürckhauer - Bohrungen auf Fläche C der Begrünungsflächen am RRB

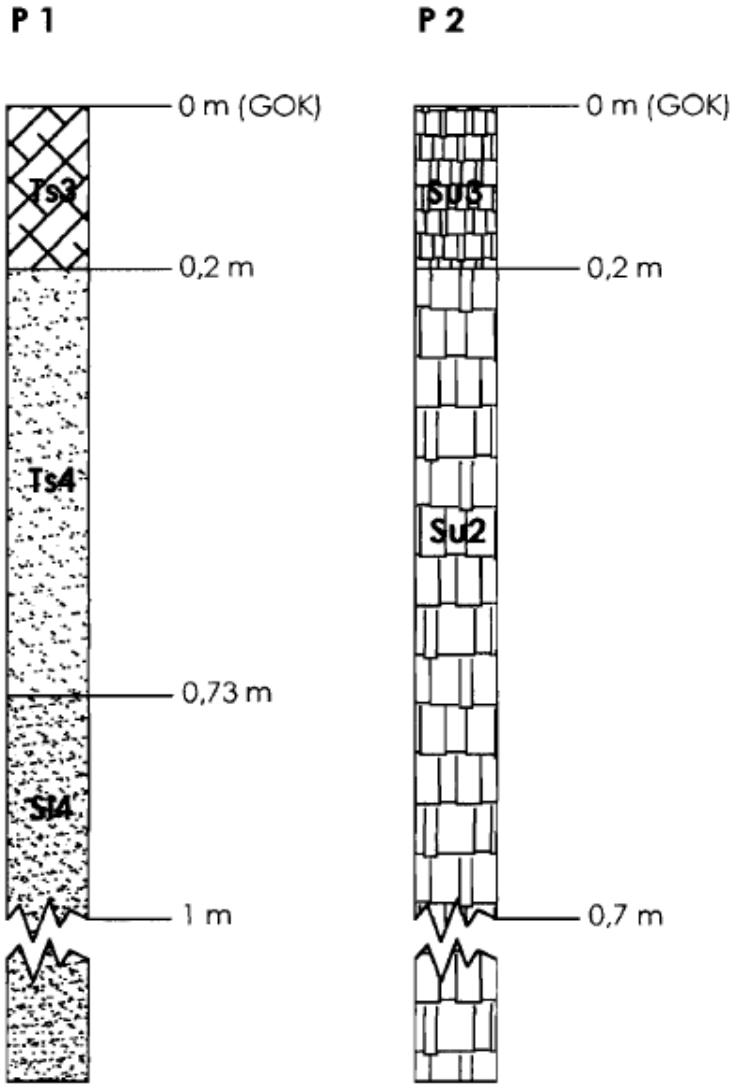


Abbildung 21 : Pürckhauer - Bohrungen auf Gewinnungsfläche I

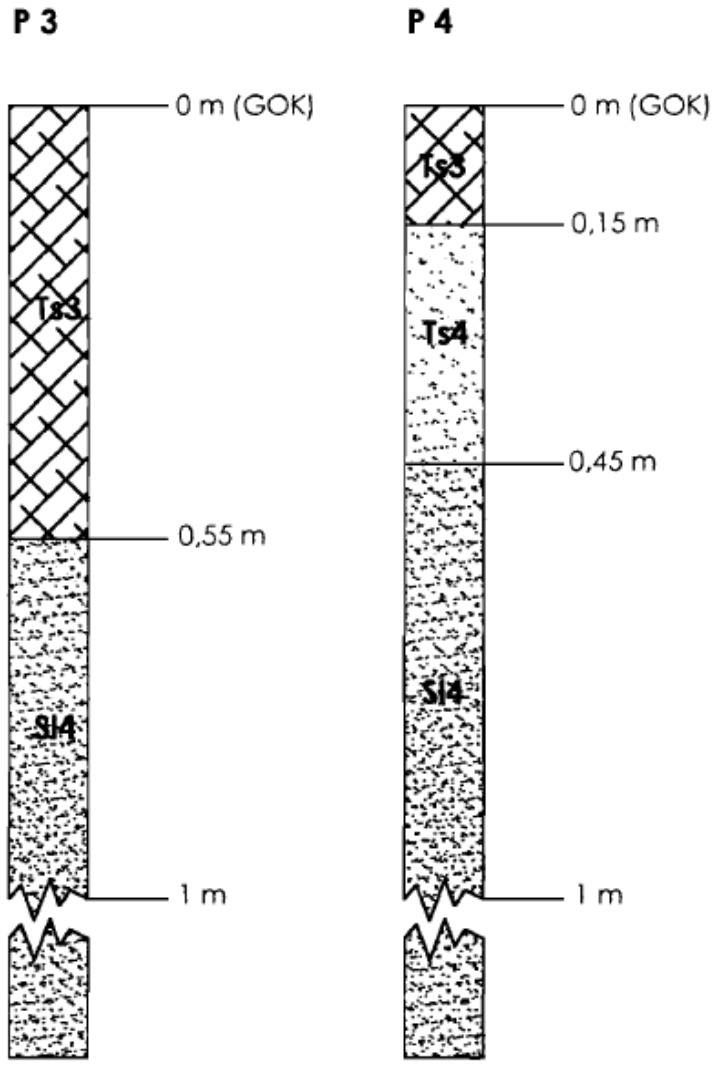


Abbildung 22 : Pürckhauer - Bohrungen auf Gewinnungsfläche I

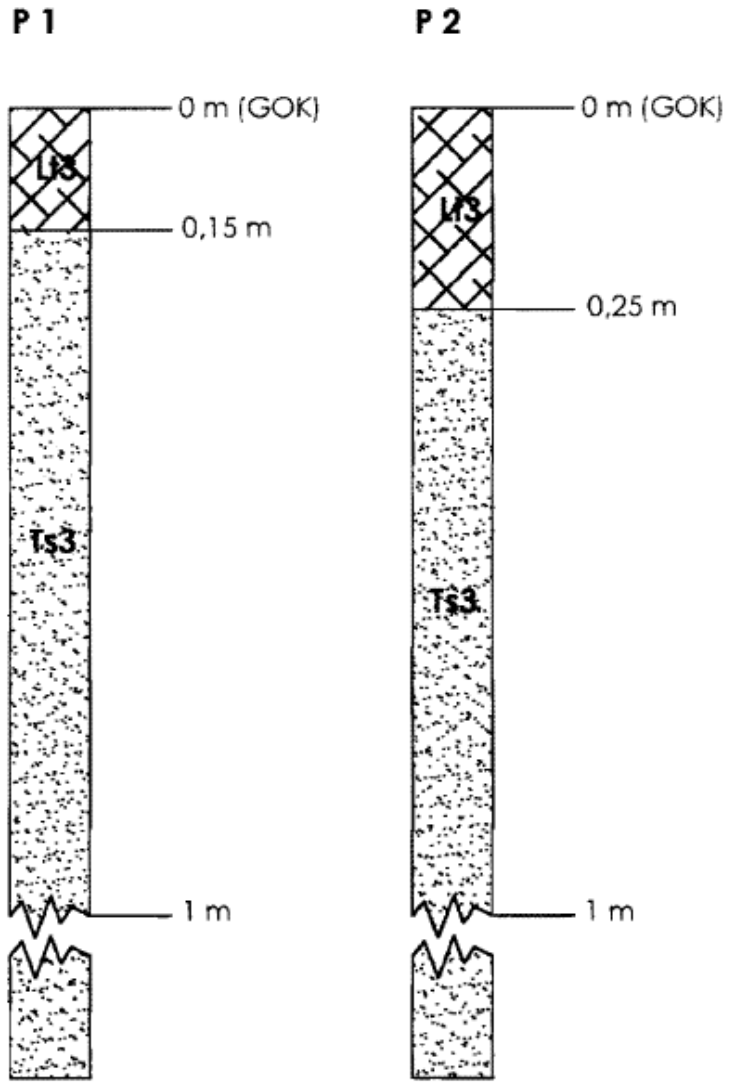


Abbildung 23 : Pürckhauer - Bohrungen auf Gewinnungsfläche II

Tabelle 30 : Ergebnisse der Untersuchungen der Mischprobe von der Begrünungsfläche A am RRB

Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchungen	
Ort der Entnahme: Begrünungsfläche A, Böschung an Regenrückhaltebecken an der A71 (siehe Abbildung)	**Bearbeiter:** Manja Landefeld **Datum:** April 2001 **Entnahmetiefe:** 0 – 0,2 m **Art der Entnahme:** Mischprobe
Bodenprobe	**AS**
Bodenart (bodenkundlich mittels Fingerprobe)[3]	Ts 4, fGr2, mGr2 (stark sandiger Ton mit 2-10 Vol.%Feingrus und 2-10 Vol.% Mittelgrus)
Bodenzusammensetzung (bodenkundlich mittels Nasssiebung)[1]	19,7% Ton und Schluff 67,5% Sand 12,8% Grus
Farbe (nach MUNSELL)[2]	2.5 Y 6/4
Ausrollgrenze [% Wassergehalt][1]	k.U.
Fließgrenze [% Wassergehalt][1]	k.U.
Ergebnisse der chemischen Untersuchungen	
Karbonatgehalt [%][1]	0,07
pH – Wert[1]	3,9
Humusgehalt [%][1]	0,00
Nährstoffgehalt: Kalium [mg/100g][1] Phosphor [mg/100g][1] Stickstoff (N_t) [%][1]	 4,6 0,85 0,01

Abgeleitete Bodeneigenschaften	
Lagerungsdichte[4]	Sehr unterschiedlich → ld 3
Erodierbarkeit durch Wasser[3]	Sehr gering (Eb1)
K_f – Wert [cm/d][3]	k.A.
Luftkapazität (Poren > 50 γm; pF<1,8)[3]	k.A.
Nutzbare Feldkapazität (Poren 0,2 – 50 γm; pF 4,2 bis 1,8)[3]	k.A.
Feldkapazität (Poren < 50 γm; pF$\supseteq$1,8)[3]	k.A.
Mittlere effektive Durchwurzelungstiefe [dm][3]	3 (anstehendes Festgestein)
nFKWe [mm][3]	k.A.
Durchschnittliche KAK $_{pot.}$ [$cmol_c$/kg][3]	15

k.U. = keine Untersuchung dieses Parameters

k.A. = keine Angaben zu diesem Parameter in der Literatur

---

1 Laboruntersuchungen

2 Munsell ® soil color charts, 1994 revised edition Macbeth Division of Kollmorgan Instruments Corporation NY 12553

3 AG BODEN : Bodenkundliche Kartieranleitung, 1994, 4. Auflage

4 abgeschätzt, da Ermittlung nicht möglich

Tabelle 31 : Ergebnisse der Untersuchungen der Mischproben von der Begrünungsfläche B am RRB

Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchungen			
Ort der Entnahme: Begrünungsfläche B, Böschung an Regenrückhaltebecken an der A71 (siehe Karte)		**Bearbeiter:** Manja Landefeld **Datum:** April 2001 **Entnahmetiefe:** 0 – 0,2 m **Art der Entnahme:** Mischproben	
Bodenprobe	**BL**	**BP**	**BS**
Bodenart (bodenkundlich mittels Fingerprobe und Schlämmanalyse)[3]	Ls 3, fGr2, mGr2 (mittel sandiger Lehm mit 2-10 Vol.%Feingrus und 2-10 Vol.% Mittel-grus)	Su 3, fGr3, mGr3, gGr4, fX2 (mittel schluffiger Sand mit 10-25 Vol.% Feingrus und 10-25 Vol.% Mittel-grus und 25-50 Vol.% Grobgrus und 2-10% kantigen Steinen)	Su 2, fGr2, mGr2 (schwach schluffi-ger Sand mit 2-10 Vol.% Feingrus und 2-10 Vol.% Mittel-grus)
Bodenzusammensetzung (bodenkundlich mittels *Schlämmanalyse* und Nasssiebung)[1]	*25,1 % Ton* *37,5 %Schluff* *37,4 % Sand* 42,7 % Ton und Schluff 46,8 % Sand 10,5 % Grus	*7,8 % Ton* *37,5 %Schluff* *54,7 % Sand* 16,2 % Ton und Schluff 42,9 % Sand 40,9 % Grus	*1,7 % Ton* *7,4 % Schluff* *90,9 % Sand* 16 % Ton und Schluff 70,3 % Sand 13,7 % Grus
Farbe (nach MUNSELL)[2]	10 YR 6/4	10 YR 4/2	2.5 Y 6/6
Ausrollgrenze [% Wassergehalt][1]	16,78	19,78	k.U.
Fließgrenze [% Wassergehalt][1]	32,67	30,99	k.U.
Ergebnisse der chemischen Untersuchungen			
Karbonatgehalt [%][1]	0,27	0,62	0,04
pH – Wert[1]	5,2	7,0	4,8
Humusgehalt [%][1]	0,00	0,00	0,00
Nährstoffgehalt: Kalium [mg/100g][1] Phosphor [mg/100g][1] Stickstoff (N_t) [%][1]	 9,1 0,91 0,01	 6,8 0,34 0,01	 4,3 1,02 0,00

Abgeleitete Bodeneigenschaften			
Ort der Entnahme: Begrünungsfläche B, Böschung an Regenrückhaltebecken an der A71 (siehe Karte)		**Bearbeiter:** Manja Landefeld **Datum:** April 2001 **Entnahmetiefe:** 0 – 0,2 m **Art der Entnahme:** Mischproben	
Bodenprobe	**BL**	**BP**	**BS**
Lagerungsdichte[4]	Sehr unterschiedlich → ld 3	Sehr unterschiedlich → ld 3	Sehr unterschiedlich → ld 3
Erodierbarkeit durch Wasser[3]	Eb 3 (mittel)	Eb 4 (hoch)	Eb 3 (mittel)
K_f – Wert [cm/d][3]	7	32	88
Luftkapazität (Poren > 50 γm; pF<1,8)[3]	6,5	9	13,5
Nutzbare Feldkapazität (Poren 0,2 – 50 γm; pF 4,2 bis 1,8)[3]	15	20,5	16
Feldkapazität (Poren < 50 γm; pF$\supseteq$1,8)[3]	33,5	28	21,5
Mittlere effektive Durchwurzelungstiefe [dm][3]	10	7	3 (anstehendes Festgestein)
nFKWe [mm][3]	150 (mittel)	143,5 (mittel)	48 (sehr gering)
Durchschnittliche KAK $_{pot.}$ [$cmol_c$/kg][3]	13	4	2

k.U. = keine Untersuchung dieses Parameters

---

1 Laboruntersuchungen

2 Munsell ® soil color charts, 1994 revised edition Macbeth Division of Kollmorgan Instruments Corporation NY 12553

3 AG BODEN : Bodenkundliche Kartieranleitung, 1994, 4. Auflage

4 abgeschätzt, da Ermittlung nicht möglich

Tabelle 32 : Ergebnisse der Untersuchungen der Mischproben von der Begrünungsfläche C am RRB

Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchungen		
Ort der Entnahme: Begrünungsfläche C, Böschung an Regenrückhaltebecken an der A71 (siehe Karte)		**Bearbeiter:** Manja Landefeld **Datum:** April 2001 **Entnahmetiefe:** 0 – 0,2 m **Art der Entnahme:** Mischproben
Bodenprobe	**CL**	**CS**
Bodenart (bodenkundlich mittels Fingerprobe)[3]	Ls 4, fGr2, mGr2 (stark sandiger Lehm mit 2-10 Vol.%Feingrus und 2-10 Vol.% Mittelgrus)	St 2, fGr1, mGr1 (schwach toniger Sand mit <2 Vol% Feingrus und <2% Mittel-grus)
Bodenzusammensetzung (bodenkundlich mittels Nass-siebung)[1]	30 % Ton und Schluff 49,5 % Sand 20,5 % Grus	18,6 % Ton und Schluff 78,5 % Sand 2,9 % Grus
Farbe (nach MUNSELL)[2]	10 YR 5/4	5 Y 7/3
Ausrollgrenze [% Wassergehalt][1]	16,68	k.U.
Fließgrenze [% Wassergehalt][1]	19,83	k.U.
Ergebnisse der chemischen Untersuchungen		
Karbonatgehalt [%][1]	0,39	0,19
pH – Wert[1]	5,2	4,1
Humusgehalt [%][1]	0,00	0,00
Nährstoffgehalt: Kalium [mg/100g][1] Phosphor [mg/100g][1] Stickstoff (N_t) [%][1]	 5,9 1,54 0,05	 4,9 1,63 0,00

Abgeleitete Bodeneigenschaften		
Lagerungsdichte[4]	Sehr unterschiedlich → ld 3	Sehr unterschiedlich → ld 3
Erodierbarkeit durch Wasser[3]	Mittel (Eb3)	Gering (Eb2)
K_f – Wert [cm/d][3]	14	79
Luftkapazität (Poren > 50 γm; pF<1,8)[3]	8	15,5
Nutzbare Feldkapazität (Poren 0,2 – 50 γm; pF 4,2 bis 1,8)[3]	16	14
Feldkapazität (Poren < 50 γm; pF$\supseteq$1,8)[3]	31	23
Mittlere effektive Durchwurzelungstiefe [dm][3]	10	3 (anstehendes Festgestein)
nFKWe [mm][3]	160 (mittel)	42 (sehr gering)
Durchschnittliche KAK $_{pot.}$ [$cmol_c$/kg][3]	12	6

k.U. = keine Untersuchung dieses Parameters

---

1 Laboruntersuchungen

2 Munsell ® soil color charts, 1994 revised edition Macbeth Division of Kollmorgan Instruments Corporation NY 12553

3 AG BODEN : Bodenkundliche Kartieranleitung, 1994, 4. Auflage

4 abgeschätzt, da Ermittlung nicht möglich

Tabelle 33 : Ergebnisse der Untersuchungen der Mischproben von der Gewinnungsfläche I

Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchungen			
Ort der Entnahme: Gewinnungsfläche I (siehe Karte)		**Bearbeiter:** Manja Landefeld **Datum:** Mai 2001 **Entnahmetiefe:** 0 – 0,2 m **Art der Entnahme:** Mischproben	
Bodenprobe	**P1**	**P2**	**P4**
Bodenart (bodenkundlich mittels Fingerprobe)[3]	Ts 3, fGr3 (mittel sandiger Ton mit 10-25 Vol.% Feingrus)	Su 2, fGr3, mGr4 (schwach schluffiger Sand mit 10-25 Vol.% Feingrus und 25-50 Vol.% Mittelgrus)	Ts 3, fGr3 (mittel sandiger Ton mit 10-25 Vol.% Feingrus)
Bodenzusammensetzung (bodenkundlich mittels Nasssiebung)[1]	37,5% Ton und Schluff 45,6 % Sand 16,9 % Grus	6 % Ton und Schluff 44,8 % Sand 49,2 % Grus	32 % Ton und Schluff 48,4 % Sand 19,6 % Grus
Farbe (nach MUNSELL)[2]	10 YR 3/2	10 YR 4/3	10 YR 3/3
Lagerungsdichte [g/cm³][1]	1,12	1,34	1,15
Porenvolumen [%][1]	57,74	49,43	56,60
Wassergehalt [%][1]	29,15	12,05	23,43
Ergebnisse der chemischen Untersuchungen			
Karbonatgehalt [%][1]	0,39	0,08	0,05
pH – Wert[1]	4,8	5,0	5,2
Humusgehalt [%][1]	4,5	2,54	5,01
Nährstoffgehalt: Kalium [mg/100g][1] Phosphor [mg/100g][1] Stickstoff (N_t) [%][1]	 3,4 1,09 0,23	 12,1 1,53 0,09	 4,4 1,67 0,22

Abgeleitete Bodeneigenschaften			
K_f – Wert [cm/d][3]	k.A.	155	k.A.
Luftkapazität (Poren > 50 γm; pF<1,8)[3]	k.A.	18	k.A.
Nutzbare Feldkapazität (Poren 0,2 – 50 γm; pF 4,2 bis 1,8)[3]	k.A.	19,5	k.A.
Feldkapazität (Poren < 50 γm; pF$\supseteq$1,8)[3]	k.A.	27,5	k.A.
Durchwurzelungstiefe [dm][3]	k.A.	9	k.A.
nFKWe [mm][3]	k.A.	175,5 (mittel)	k.A.
Durchschnittliche $KAK_{pot.}$ [$cmol_c$/kg][3]	20	2	20

k.A. = keine Angaben zu diesem Parameter in der Literatur

---

1 Laboruntersuchungen

2 Munsell ® soil color charts, 1994 revised edition Macbeth Division of Kollmorgan Instruments Corporation NY 12553

3 AG BODEN : Bodenkundliche Kartieranleitung, 1994, 4. Auflage

Tabelle 34 : Ergebnisse der Untersuchungen der Mischproben von der Gewinnungsfläche II

Ergebnisse der Bodenuntersuchungen		
Ort der Entnahme: Gewinnungsfläche II (siehe Karte)	**Bearbeiter:** Manja Landefeld **Datum:** Mai 2001 **Entnahmetiefe:** 0 – 0,2 m **Art der Entnahme:** Mischproben	
Bodenprobe	**P3**	**P4**
Bodenart (bodenkundlich mittels Fingerprobe)[3]	Lt 3, fGr2, mGr2 (mittel toniger Lehm mit 2-10 Vol.% Feingrus und 2-10 Vol.% Mittelgrus)	Lt 3, fGr2, mGr2 (mittel toniger Lehm mit 2-10 Vol.% Feingrus und 2-10 Vol.% Mittelgrus)
Bodenzusammensetzung (bodenkundlich mittels Nass-siebung)[1]	51% Ton und Schluff 31,9 % Sand 17,1% Grus	45,5 % Ton und Schluff 33 % Sand 21,5 % Grus
Farbe (nach MUNSELL)[2]	10 YR 4/3	10 YR 4/3
Lagerungsdichte [g/cm³][1]	1,09	1,30
Porenvolumen [%][1]	58,87	50,94
Wassergehalt [%][1]	29,78	18,07
Ergebnisse der chemischen Untersuchungen		
Karbonatgehalt [%][1]	0,00	0,08
pH – Wert[1]	4,3	4,2
Humusgehalt [%][1]	4,94	5,66
Nährstoffgehalt: Kalium [mg/100g][1] Phosphor [mg/100g][1] Stickstoff (N_t) [%][1]	 4,8 2,92 0,18	 6,7 4,12 0,24

Abgeleitete Bodeneigenschaften		
K_f – Wert [cm/d][3]	9	9
Luftkapazität (Poren > 50 γm; pF<1,8)[3]	4	4
Nutzbare Feldkapazität (Poren 0,2 – 50 γm; pF 4,2 bis 1,8)[3]	14,5	14,5
Feldkapazität (Poren < 50 γm; pF$\supseteq$1,8)[3]	45	45
Durchwurzelungstiefe [dm][3]	14-12	14-12
nFKWe [mm][3]	203-174 (mittel)	203-174 (mittel)
Durchschnittliche $KAK_{pot.}$ [$cmol_c$/kg][3]	22	22

1 Laboruntersuchungen

2 Munsell ® soil color charts, 1994 revised edition Macbeth Division of Kollmorgan Instruments Corporation NY 12553

3 AG BODEN : Bodenkundliche Kartieranleitung, 1994, 4. Auflage

Tabelle 29 : Erläuterung der Bodenarten – Kurzzeichen der Pürckhauer - Bohrungen der Abbildungen 18 bis 23, Anhang 2

Bodenartenkurzzeichen	Bodenartenbezeichnung
Su 2	schwach schluffiger Sand
Sl 2	schwach lehmiger Sand
Su 3	mittel schluffiger Sand
Sl 4	stark lehmiger Sand
Ls 3	mittel sandiger Lehm
Ls 4	stark sandiger Lehm
Ts 4	stark sandiger Ton
Ts 3	mittel sandiger Ton
Uls	sandig – lehmiger Schluff
Lu	schluffiger Lehm
Lt 3	mittel toniger Lehm

(Quelle: AG BODEN (Hrsg.) (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung)

Anhang 3

Untersuchungen des Klimas

Daten der nächstgelegenen repräsentativen Klimastation Martinroda für die Angaben zur Lufttemperatur, sowie der Niederschlagsmeßstelle Gräfenroda mit den Daten zum Niederschlag

Tabelle 1: 30jähriges Mittel der Monatsmittel der Lufttemperatur in °C (Martinroda)

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
-1,4	-0,7	2,5	6,3	10,8	14,4	16,0	15,5	12,6	8,3	3,3	0,1	7,3

(Quelle: DEUTSCHER WETTERDIENST, 2001)

Tabelle 2: 30jähriges Mittel der Monatssummen des Niederschlags in mm (Gräfenroda)

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
52	48	61	67	69	79	56	71	48	54	64	70	738

(Quelle: DEUTSCHER WETTERDIENST, 2001)

Anhang 4

Vegetationskundliche Untersuchungen

Tabelle 1 : Aufnahmedaten der Gewinnungsfläche I

Geb.: Nordrand des Thür. Waldes	*Nr.:* Fläche I – Probeflächen a, b, c, d	*Bearb.:* Landefeld, Manja
Mbl.: 5230 Gräfenroda/Oberhof	*Dat.:* 14.06. bis 01.07.2001	
Ort.: Geraberg/Arlesberg – Geschwenda *H.:* 562116 *R.:* 441718		
Exp.: Nord - Ost	*Geländeform:* leicht hangige Offenlandfläche mit Geländeneigung ca. 3 %	
Höhe.: 504,1 m ü. NN *Geol.Ug.:* Unterer Buntsandstein	*Wasserhaushalt:* unausgeglichen, kein Grundwasseranschluß, Oberboden kann z.T. stark austrocknen, oft auch grundfrisch, teils im Untergrund wasserstauend	
Fläche: je 25 m²	*Schicht:* K	
AZ: a: 15; b: 21; c: 12; d: 19	*Bedeckg.%* 85 - 90	
Bodenverh.: mittel sandiger Ton, kalkfrei, ph – Wert ca. 5,0 (stark sauer), Humushorizont ca. 0,3 m mächtig	*Kontaktges.:* Kiefernforst mit Vaccinium myrtillus in der Strauchschicht	
Bemerkg.: Nutzung als Schafweide und Mähwiese, stellenweise Nährstoffeinträge, teilweise Verschattung durch Lage der Fläche am Wald		

Tabelle 2 : Vegetationsaufnahmen auf Probefläche a der Gewinnungsfläche I

Botanischer Name	Deutscher Name	Deckungs-grad	Reifestadium 14.06.2001	Reifestadium 23.06.2001	Reifestadium 01.07.2001
Gräser					
Alopecurus pratensis	Wiesenfuchsschwanz	+	*	*/**	**/***
Dactylis glomerata	Gewöhnliches Knaulgras	+	*	*/**	**/***
Agrostis capillaris	Rotes Straußgras	3	-	-	-/*
Holcus lanatus	Wolliges Honiggras	4	*/**	***	****
Anthoxanthum odoratum	Gemeines Ruchgras	+	**	***	****
Poa pratensis	Wiesenrispe	1	-/*	**	***
Kräuter					
Achillea millefolium	Gewöhnliche Schafgarbe	1	-	-	-
Alchemilla vulgaris	Gewöhnlicher Frauenmantel	+	*	*	*
Galium mollugo	Wiesen - Labkraut	1/2	*	*	**
Heracleum sphondylium	Wiesen - Bärenklau	1	-	-	-
Polygonum bistorta	Wiesen-Knöterich	R	*	**	**/***
Ranunculus acris	Scharfer Hahnenfuß	1	*/**	*/**	**/***
Rumex acetosa	Wiesen - Sauerampfer	2	*	**	***
Veronica chamaedrys	Gamander - Ehrenpreis	1	*	**/***	***
Vicia cracca	Vogel - Wicke	+	-	-	-

Tabelle 3 : Vegetationsaufnahmen auf Probefläche b der Gewinnungsfläche I

Botanischer Name	Deutscher Name	Deckungs-grad	Reifestadium 14.06.2001	Reifestadium 23.06.2001	Reifestadium 01.07.2001
Gräser					
Agrostis capillaris	Rotes Straußgras	1	-	-	-/*
Alopecurus pratensis	Wiesenfuchschwanz	+	*	*	***
Anthoxanthum odoratum	Gemeines Ruchgras	+	**	***	****
Arrhenatherum elatius	Glatthafer	+	**	**	***
Dactylis glomerata	Wiesen - Knaulgras	+/1	*	**/***	***
Elytrigia repens	Gemeine Quecke	1	-	-	-
Holcus lanatus	Wolliges Honiggras	1	*/**	**/***	***
Poa pratensis	Wiesenrispe	3	-/*	*/**	**/***
Roegneria canina	Hundsquecke	+	-	-	-
Kräuter					
Anthriscus sylvestris	Wiesenkerbel	+	**	**	***
Cerastium holosteoides	Gewöhnliches Hornkraut	+	*	**	***
Geranium pratense	Wiesen - Storchschnabel	1	*	**	**/***
Heracleum sphondylium	Wiesen - Bärenklau	1	-	-	-
Hypericum maculatum	Kanten - Hartheu	+	-	-	-
Lamium album	Weiße Taubnessel	R	*	*/**	**/***
Ranunculus acris	Scharfer Hahnenfuß	+	*/**	*/**	**/***
Rumex acetosa	Wiesen - Sauerampfer	3	*	**	***
Rumex crispus	Krauser Ampfer	2	-	-/*	*
Stellaria graminea	Gras - Sternmiere	+	*	*	*/**
Urtica dioica	Gemeine Brennessel	1	-	*	*/**
Veronica chamaedrys	Gamander - Ehrenpreis	2	*/**	*/**	**/***

Tabelle 4 : Vegetationsaufnahmen auf Probefläche c der Gewinnungsfläche I

Botanischer Name	**Deutscher Name**	**Deckungs-grad**	**Reifestadium 14.06.2001**	**Reifestadium 23.06.2001**	**Reifestadium 01.07.2001**
Gräser					
Alopecurus pratensis	Wiesenfuchsschwanz	1/2	*	*/**	***
Arrhenatherum elatius	Glatthafer	+	*	*	*/**
Dactylis glomerata	Wiesen - Knaulgras	1	-	-/*	*
Festuca rubra	Rot - Schwingel	1	-/*	-/*	*/**
Poa pratensis	Wiesenrispe	4	*	*/**	*/**
Trisetum flavescens	Gold - Hafer	+	-/*	*	*/**
Kräuter					
Cerastium holosteoides	Gewöhnliches Hornkraut	+/1	*	*/**	**
Galium mollugo	Wiesen - Labkraut	+/1	*	*	*/**
Heracleum sphondylium	Wiesen - Bärenklau	+	-	-	-
Hypericum maculatum	Kanten - Hartheu	+	-	-	-
Rumex acetosa	Wiesen - Sauerampfer	3	*	**/***	****
Stellaria graminea	Gras - Sternmiere	1/2	*	*	*/**

Tabelle 5 : Vegetationsaufnahmen auf Probefläche d der Gewinnungsfläche I

Botanischer Name	Deutscher Name	Deckungs-grad	Reifestadium 14.06.2001	Reifestadium 23.06.2001	Reifestadium 01.07.2001
Gräser					
Agrostis capillaris	Rotes Straußgras	3	-	-	-/*
Alopecurus pratensis	Wiesenfuchschwanz	+/1	*	*	*/**
Anthoxanthum odoratum	Gemeines Ruchgras	+	**	**/***	****
Dactylis glomerata	Wiesen - Knaulgras	+/1	-	*	*/**
Holcus lanatus	Wolliges Honiggras	4	*/**	**/***	****
Poa pratensis	Wiesenrispe	+	*	*	*/**
Trisetum flavescens	Gold - Hafer	+	-/*	*	*/**
Kräuter					
Achillea millefolium	Gewöhnliche Schafgarbe	+	-	-	-
Alchemilla vulgaris	Gewöhnlicher Frauenmantel	+/1	*	*	*
Anthriscus sylvestris	Wiesenkerbel	2	**	***	***
Geranium pratense	Wiesenstorchschnabel	1	**	**/***	***
Heracleum sphondylium	Wiesen - Bärenklau	R	-	-	-
Ranunculus acris	Scharfer Hahnenfuß	1	*/**	*/**	*/**
Rumex acetosa	Wiesen - Sauerampfer	1	*	**	***
Stellaria graminea	Gras - Sternmiere	1	*	*	*/**
Trifolium pratense	Wiesen - Klee	+	-	-	*
Veronica chamaedrys	Gamander - Ehrenpreis	2	*	*/**	**/***
Vicia cracca	Vogel - Wicke	+	-	-	*
Vicia sepium	Zaun - Wicke	+	-	-	*

Tabelle 6 : Aufnahmedaten der Gewinnungsfläche II

Geb.: Nordrand des Thür. Waldes	*Nr.:* Fläche II - Probeflächen a, b, c, d	*Bearb.:* Landefeld, Manja
Mbl.: 5230 Gräfenroda/Oberhof	*Dat.:* 14.06. bis 01.07.2001	
Ort.: Geraberg/Arlesberg - Geschwenda *H.:* 562192 *R.:* 441650		
Exp.: Nord - Ost	*Geländeform:* leicht hangige Offenlandfläche mit Geländeneigung ca. 3 %	
Höhe.: 505 m ü. NN *Geol.Ug.:* Unterer Buntsandstein	*Wasserhaushalt:* unausgeglichen, kein Grundwasseranschluß, Oberboden kann z.T. stark austrocknen, oft auch grundfrisch, teils im Untergrund wasserstauend	
Fläche: je 25 m²	*Schicht:* K	
AZ: a: 19; b: 22; c: 22; d: 24	*Bedeckg.%* 90 - 95	
Bodenverh.: mittel toniger Lehm, kalkfrei, ph – Wert ca. 4,2 (stark sauer), Humushorizont ca. 0,3 m mächtig	*Kontaktges.:* Kiefern- /Fichtenforst mit Vaccinium myrtillus in der Strauchschicht; Großseggenried, Sumpfhochstaudenflur, Feucht-/Nassgrünland - eutroph	
Bemerkg.: Nutzung als Mähwiese, mindestens seit 1991keine Düngung und Ansaat		

Tabelle 7 : Vegetationsaufnahmen auf Probefläche a der Gewinnungsfläche II

Botanischer Name	Deutscher Name	Deckungs-grad	Reifestadium 13.06.2001	Reifestadium 25.06.2001	Reifestadium 01.07.2001
Gräser					
Agrostis capillaris	Rotes Straußgras	2	-	-	-/*
Alopecurus pratensis	Wiesenfuchsschwanz	R	*	**/***	**/***
Anthoxanthum odoratum	Gemeines Ruchgras	+	**	**/***	****
Arrhenatherum elatius	Glatthafer	+	*	*	**
Dactylis glomerata	Wiesen - Knaulgras	1	*	**	**
Festuca rubra	*Rotschwingel*	1	*	*	**
Holcus lanatus	Wolliges Honiggras	4	*	**/***	****
Poa pratensis	Wiesenrispe	1	*	*	**
Poa trivialis	Gewöhnliche Rispe	+	*	*	**
Trisetum flavescens	Goldhafer	1	*	**	**/***
Kräuter					
Achillea millefolium	Gewöhnliche Schafgarbe	+/1	-	-	-
Anthriscus sylvestris	Wiesenkerbel	1	*/**	**	***
Galium mollugo	Wiesen - Labkraut	+	*	*	*/**
Heracleum sphondylium	Wiesen - Bärenklau	1	-	-	-
Ranunculus acris	Scharfer Hahnenfuß	+/1	*/**	*/**	*/**
Rumex acetosa	Wiesen - Sauerampfer	1	*	**/***	****
Stellaria graminea	Gras - Sternmiere	R	*	*	*/**
Taraxacum officinalis	Gewöhnlicher Löwenzahn	1	-	-	-
Veronica chamaedrys	Gamander - Ehrenpreis	1/2	*/**	**/***	**/***

Tabelle 8 : Vegetationsaufnahmen auf Probefläche b der Gewinnungsfläche II

Botanischer Name	Deutscher Name	Deckungs-grad	Reifestadium 13.06.	Reifestadium 25.06.	Reifestadium
Gräser					
Agrostis capillaris	Rotes Straußgras	3/4	-	-	-/*
Anthoxanthum odoratum	Gemeines Ruchgras	1	**	**/***	****
Arrhenatherum elatius	Glatthafer	R	*	*	**
Dactylis glomerata	Wiesen - Knaulgras	+	*	*	**
Festuca rubra	Rotschwingel	1	*	*/**	**/***
Holcus lanatus	Wolliges Honiggras	3	*	**/***	****
Poa pratensis	Wiesenrispe	2	*	*	**/***
Trisetum flavescens	Goldhafer	+	*	*/**	***
Kräuter					
Achillea millefolium	Gewöhnliche Schafgarbe	+	-	-	-
Alchemilla vulgaris	Gewöhnlicher Frauenmantel	R	-	-	-
Cerastium holosteoides	Gewöhnliches Hornkraut	R	*	**	***
Galium mollugo	Wiesen - Labkraut	2	*	*	*/**
Geranium pratense	Wiesen - Storchschnabel	+	-	-	-
Heracleum sphondylium	Wiesen - Bärenklau	R	-	-	-
Pimpinella saxifraga	Kleine Bibernelle	+	-	-	-
Ranunculus acris	Scharfer Hahnenfuß	+/1	*/**	*/**	*/**
Rumex acetosa	Wiesen - Sauerampfer	+	*	**	***
Stellaria graminea	Gras - Sternmiere	+/1	*	*	*/**
Taraxacum officinalis	Gewöhnlicher Löwenzahn	+	-	-	-
Veronica chamaedrys	Gamander - Ehrenpreis	1	*/**	*/**	*/**
Vicia cracca	Vogel - Wicke	+	-	-	-
Vicia sepium	Zaun - Wicke	2	*	*	*

Tabelle 9 : Vegetationsaufnahmen auf Probefläche c der Gewinnungsfläche II

Botanischer Name	Deutscher Name	Deckungs-grad	Reifestadium 13.06.2001	Reifestadium 25.06.2001	Reifestadium 01.07.2001
Gräser					
Agrostis capillaris	Rotes Straußgras	3	-	-	-/*
Alopecurus pratensis	Wiesenfuchschwanz	R	*	*/**	**/***
Dactylis glomerata	Wiesen - Knaulgras	+	-/*	*	**
Festuca rubra	Rotschwingel	4	*	*/**	**/***
Holcus lantana	Wolliges Honiggras	R	*	**	***
Poa pratensis	Wiesenrispe	+	*	*	**/***
Trisetum flavescens	Goldhafer	R	*	*	**
Kräuter					
Achillea millefolium	Gewöhnliche Schafgarbe	2/3	-	-	-
Alchemilla vulgaris	Gewöhnlicher Frauenmantel	+	*	*	*
Galium mollugo	Wiesen – Labkraut	2	*	*	*/**
Heracleum sphondylium	Wiesen – Bärenklau	+	-	-	-
Hieracium pillosella	Kleines Habichtskraut	+	-	-	-
Knautia arvensis	Witwenblume	R	-	-	*
Pimpinella saxifraga	Kleine Bibernelle	R	-	-	-
Plantago lanceolata	Spitz – Wegerich	R	-	-	-
Ranunculus acris	Scharfer Hahnenfuß	R	*/**	*/**	*/**
Stellaria graminea	Gras - Sternmiere	1	*	*	*/**
Taraxacum officinalis	Gewöhnlicher Löwenzahn	1	-	-	-
Tragopogon pratensis	Wiesen – Bocksbart	R	**	***	***
Trifolium repens	Weiß – Klee	+/1	-	*	*
Veronica chamaedrys	Gamander – Ehrenpreis	+/1	*/**	**/***	**/***
Veronica officinalis	Echter Ehrenpreis	+	*	*	*/**

Tabelle 10 : Vegetationsaufnahmen auf Probefläche d der Gewinnungsfläche II

Botanischer Name	Deutscher Name	Deckungs-grad	Reifestadium 13.06.2001	Reifestadium 25.06.2001	Reifestadium 01.07.2001
Gräser					
Agrostis capillaris	Rotes Straußgras	3	-	-	-/*
Alopecurus pratensis	Wiesenfuchschwanz	+	*	*/**	**/***
Anthoxanthum odoratum	Gemeines Ruchgras	+	**	***	***
Arrhenatherum elatius	Glatthafer	R/+	*/**	**	***
Dactylis glomerata	Wiesen - Knaulgras	+	*	*/**	**/***
Festuca rubra	Rotschwingel	2	-/*	*	*/**
Holcus lanatus	Wolliges Honiggras	4	*/**	**	***
Poa pratensis	Wiesenrispe	+	*	*/**	**/***
Trisetum flavescens	Goldhafer	R/+	-	*	**
Kräuter					
Achillea millefolium	Gewöhnliche Schafgarbe	1	-	-	-
Alchemilla vulgaris	Gewöhnlicher Frauenmantel	+	-	-	-
Anthriscus sylvestris	Wiesenkerbel	+	*/**	**	****
Centaurea pseudophrygia	Perücken - Flockenblume	+	-	-	*
Cirsium vulgare	Lanzett - Kratzdistel	R	-/*	*	*/**
Geranium pratense	Wiesen - Storchschnabel	3/4	*/**	*/**	*/**
Pimpinella saxifraga	Kleine Bibernelle	R	-	-	-
Polygonum bistorta	Wiesen - Knöterich	+	*	**	**/***
Ranunculus acris	Scharfer Hahnenfuß	2	*/**	*/**	**/***
Rumex acetosa	Wiesen - Sauerampfer	+	*	**/***	****
Taraxacum officinalis	Gewöhnlicher Löwenzahn	+	-	-	-
Trifolium repens	Weiß - Klee	+	*	*	*

Botanischer Name	**Deutscher Name**	**Deckungs-grad**	**Reifestadium 13.06.2001**	**Reifestadium 25.06.2001**	**Reifestadium 01.07.2001**
Veronica chamaedrys	Gamander - Ehrenpreis	3	*/**	*/**	*/**
Vicia cracca	Vogel - Wicke	3/4	-	-	-
Vicia sepium	Zaun - Wicke	1	-	*	*

Legende zu den Vegetationsaufnahmen auf den Gewinnungsflächen I und II

Deckungsgrad

R äußerst spärlich mit geringem Deckungsgrad, ca. 1 bis 5 Individuen

\+ spärlich mit geringem Deckungsgrad, ca. 5 bis 10 Individuen

1 reichlich mit geringem Deckungsgrad oder spärlich mit Deckungsgraden < 5 %

2 5 bis 25 % der Gesamtfläche deckend

3 25 bis 50 % der Gesamtfläche deckend

4 50 bis 75 % der Gesamtfläche deckend

5 Deckungsgrade > 75 %

Reifestadium

\- nicht blühend

* blühend

** verblühend

*** reifend

**** reif / ausfallend

Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB

Tabelle 11 : Spontanvegetation der Fläche 1 der Begrünungsflächen am RRB (siehe Abbildung 7, Kapitel 3.3.4.1)

Bearbeiter:	Landefeld, Manja
Datum:	22.07.2001
Boden / Untergrund:	verwitterter Sandstein / Unterer Buntsandstein
Größe:	ca. 700m²
Schicht/Deckungsgrad:	Krautschicht/ ca. 2%

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
2	*Betula pendula*	Birke
3	*Cerastium holosteoides*	Gewöhnliches Hornkraut
4	*Festuca rubra*	Rot - Schwingel
5	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras
6	*Holcus mollis*	Weiches Honiggras
7	*Larix decidua*	Europäische Lärche
8	*Lupinus polyphyllus*	Stauden - Lupine
9	*Myosotis arvensis*	Acker – Vergißmeinnicht
10	*Rubus idaeus*	Himbeere
11	*Rumex acetosella*	Kleiner Sauerampfer
12	*Senecio vulgaris*	Gemeines Kreuzkraut
13	*Spergularia rubra*	Rote Schuppenmiere
14	*Viola arvensis*	Ackerstiefmütterchen

Tabelle 12 : Spontanvegetation der Fläche 2 der Begrünungsflächen am RRB (siehe Abbildung 7, Kapitel 3.3.4.1)

Bearbeiter:	Landefeld, Manja
Datum:	22.07.2001
Boden / Untergrund:	Porphyrschutt / Unterer Buntsandstein
Größe:	ca. 200m²
Schicht/Deckungsgrad:	Krautschicht/ 15 – 20 %

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Achillea millefolium*	Gewöhnliche Schafgarbe
2	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
3	*Capsella bursa-pastoris*	Hirtentäschel
4	*Carex vulpinoidea*	Fuchsartige Segge
5	*Cerastium holosteoides*	Gewöhnliches Hornkraut
6	*Chenopodium album*	Weißer Gänsefuß
7	*Cirsium arvense*	Acker - Kratzdistel
8	*Epilobium roseum*	Rosenrotes Weidenröschen
9	*Gnaphalium uligonosum*	Sumpf - Ruhrkraut
10	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras
11	*Holcus mollis*	Weiches Honiggras
12	*Juncus bufonius*	Krötenbinse
13	*Juncus conglomeratus*	Knäulbinse
14	*Matricaria maritima*	Geruchlose Kamille
15	*Mycelis muralis*	Mauerlattich
16	*Myosotis arvensis*	Acker – Vergißmeinnicht
17	*Pinus sylvestris*	Wald - Kiefer
18	*Poa pratensis*	Wiesen - Rispengras
19	*Poa trivialis*	Gewöhnliches Rispengras
20	*Polygonum persicaria*	Floh - Knöterich
21	*Ranunculus flammula*	Brennender Hahnenfuß
22	*Rorippa palustris*	Gemeine Sumpfkresse
23	*Rumex acetosa*	Wiesen – Sauerampfer
24	*Rumex obtusifolius*	Stumpfblättriger Ampfer
25	*Sagina procumbens*	Liegendes Mastkraut
26	*Senecio vulgaris*	Gemeines Kreuzkraut
27	*Stellaria media*	Vogelmiere
28	*Taraxacum officinale*	Gewöhnlicher Löwenzahn
29	*Tussilago farfara*	Huflattich
30	*Viola arvensis*	Acker – Stiefmütterchen

Tabelle 13 : Spontanvegetation der Fläche 3 der Begrünungsflächen am RRB (siehe Abbildung 7, Kapitel 3.3.4.1)

Bearbeiter:	Landefeld, Manja
Datum:	22.07.2001
Boden / Untergrund:	Porphyrschutt
Größe:	ca. 1200m²
Schicht/Deckungsgrad:	Krautschicht/ 10**%**

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Achillea millefolium*	Gewöhnliche Schafgarbe
2	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
3	*Agrostis stolonifera*	Weißes Straußgras
4	*Betula pendula*	Birke
5	*Cerastium holosteoides*	Gewöhnliches Hornkraut
6	*Epilobium*	Weidenröschen
7	*Epilobium angustifolium*	Schmalblättriges Weidenröschen
8	*Geranium robertianum*	Stinkender Storchschnabel
9	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras
10	*Holcus mollis*	Weiches Honiggras
11	*Larix decidua*	Europäische Lärche
12	*Mycelis muralis*	Mauerlattich
13	*Phleum pratense*	Wiesen - Lieschgras
14	*Picea abies*	Fichte
15	*Pinus sylvestris*	Wald - Kiefer
16	*Rumex acetosa*	Wiesen - Sauerampfer
17	*Rumex obtusifolius*	Stumpfblättriger Ampfer
18	*Salix*	Weide
19	*Salix caprea*	Salweide
20	*Senecio vulgaris*	Gemeines Kreuzkraut
21	*Taraxacum officinale*	Gewöhnlicher Löwenzahn
22	*Tussilago farfara*	Huflattich
23	*Urtica dioica*	Gemeine Brennesel

Tabelle 14 : Spontanvegetation der Fläche 4 der Begrünungsflächen am RRB (siehe Abbildung 7, Kapitel 3.3.4.1)

Bearbeiter:	Landefeld, Manja
Datum:	22.07.2001
Boden / Untergrund:	mittel sandiger Lehm / Unterer Buntsandstein
Größe:	ca. 30 m²
Schicht/Deckungsgrad:	Krautschicht/ 50%

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
2	*Alchemilla vulgaris*	Gewöhnliche Schafgarbe
3	*Betula pendula*	Hängebirke
4	*Cerastium holosteoides*	Gewöhnliches Hornkraut
5	*Cirsium arvense*	Acker - Kratzdistel
6	*Epilobium roseum*	Rosenrotes Weidenröschen
7	*Juncus bufonius*	Kröten - Binse
8	*Juncus conglomeratus*	Knäulbinse
9	*Lactuca serriola*	Kompass - Lattich
10	*Mycelis muralis*	Mauerlattich
11	*Plantago major*	Breit - Wegerich
12	*Poa trivialis*	Gewöhnliches Rispengras
13	*Rubus idaeus*	Himbeere
14	*Rumex obtusifolius*	Stumpfblättriger Ampfer
15	*Sagina procumbens*	Liegendes Mastkraut
16	*Salix caprea*	Salweide
17	*Senecio vulgaris*	Gemeines Kreuzkraut
18	*Taraxacum officinale*	Gewöhnlicher Löwenzahn
19	*Tussilago farfara*	Huflattich
20	*Viola arvensis*	Ackerstiefmütterchen

Tabelle 15 : Spontanvegetation der Fläche 5 der Begrünungsflächen am RRB (siehe Abbildung 7, Kapitel 3.3.4.1)

Bearbeiter:	Landefeld, Manja
Datum:	22.07.2001
Boden / Untergrund:	mittel sandiger Lehm, verwitterter Sandstein / Unterer Buntsandstein
Größe:	ca. 300m²
Schicht/Deckungsgrad:	Krautschicht/ 15 %

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Achillea millefolium*	Gewöhnliche Schafgarbe
2	*Epilobium roseum*	Rosenrotes Weidenröschen
3	*Juncus conglomeratus*	Knäulbinse
4	*Poa trivialis*	Gewöhnliches Rispengras
5	*Rumex acetosa*	Wiesen - Sauerampfer
6	*Sagina procumbens*	Liegendes Mastkraut
7	*Senecio viscosus*	Klebriges Greiskraut
8	*Senecio vulgaris*	Gemeines Kreuzkraut
9	*Tussilago farfara*	Huflattich

Tabelle 16 : Spontanvegetation der Fläche 6 der Begrünungsflächen am RRB (siehe Abbildung 7, Kapitel 3.3.4.1)

Bearbeiter:	Landefeld, Manja
Datum:	22.07.2001
Boden / Untergrund:	verwitterter Sandstein / Unterer Buntsandstein
Größe:	ca. 260 m²
Schicht/Deckungsgrad:	Krautschicht/ 10%

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
2	*Cerastium holosteoides*	Gewöhnliches Hornkraut
3	*Epilobium roseum*	Rosenrotes Weidenröschen
4	*Holcus mollis*	Weiches Honiggras
5	*Senecio vulgaris*	Gemeines Kreuzkraut

Tabelle 17 : Spontanvegetation der Fläche 7 der Begrünungsflächen am RRB (siehe Abbildung 7, Kapitel 3.3.4.1)

Bearbeiter:	Landefeld, Manja
Datum:	22.07.2001
Boden / Untergrund:	verwitterter Sandstein / Unterer Buntsandstein
Größe:	ca. 50 m²
Schicht/Deckungsgrad:	Krautschicht/ 10 %

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
2	*Cerastium holosteoides*	Gewöhnliches Hornkraut
3	*Epilobium roseum*	Rosenrotes Weidenröschen
4	*Gnaphalim uligonosum*	Sumpf - Ruhrkraut
5	*Matricaria discoidea*	Strahlenlose Kamille
6	*Poa trivialis*	Gemeines Rispengras
7	*Rumex acetosella*	Kleiner Sauerampfer
8	*Senecio vulgaris*	Gemeines Kreuzkraut
9	*Vicia angustifolia*	Schmalblättrige Wicke

Tabelle 18 : Spontanvegetation der Fläche 8 der Begrünungsflächen am RRB (siehe Abbildung 7, Kapitel 3.3.4.1)

Bearbeiter:	Landefeld, Manja
Datum:	22.07.2001
Boden / Untergrund:	stark sandiger Lehm / Unterer Buntsandstein
Größe:	ca. 650 m²
Schicht/Deckungsgrad:	Krautschicht/ 30 – 40 %

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Achillea millefolium*	Gewöhnliche Schafgarbe
2	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
3	*Agrostis stolonifera*	Weißes Straußgras
4	*Alchemilla vulgaris*	Gewöhnlicher Frauenmantel
5	*Capsella bursa-pastoris*	Hirtentäschel
6	*Cerastium holosteoides*	Gewöhnliches Hornkraut
7	*Chenopodium album*	Weißer Gänsefuß
8	*Cirsium arvense*	Acker - Kratzdistel
9	*Elytrigia repens*	Gemeine Quecke

	Botanischer Name	Deutscher Name
10	*Epilobium roseum*	Rosenrotes Weidenröschen
11	*Fallopia convolvulus*	Gemeiner Windenknöterich
12	*Galeopsis tetrahit*	Gemeiner Hohlzahn
13	*Galium aparine*	Kletten - Labkraut
14	*Geum urbanum*	Echte Nelkenwurz
15	*Glyceria fluitans*	Flutender Schwaden
16	*Gnaphalim uligonosum*	Sumpf - Ruhrkraut
17	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras
18	*Holcus mollis*	Weiches Honiggras
19	*Hypericum perforatum*	Tüpfel - Hartheu
20	*Juncus bufonius*	Kröten - Binse
21	*Lactuca serriola*	Kompass - Lattich
22	*Lamium purpureum*	Rote Taubnessel
23	*Lapsana communis*	Gemeiner Rainkohl
24	*Lolium perenne*	Deutsches Weidelgras
25	*Lupinus polyphyllus*	Stauden - Lupine
26	*Matricaria discoidea*	Strahlenlose Kamille
27	*Matricaria maritima*	Geruchlose Kamille
28	*Mycelis muralis*	Mauerlattich
29	*Myosotis arvensis*	Acker – Vergißmeinnicht
30	*Papaver dubium*	Saat - Mohn
31	*Phleum pratense*	Wiesen - Lieschgras
32	*Poa pratensis*	Wiesen - Rispengras
33	*Poa trivialis*	Gemeines Rispengras
34	*Polygonum aviculare*	Vogel - Knöterich
35	*Polygonum persicaria*	Floh - Knöterich
36	*Ranunculus acris*	Scharfer Hahnenfuß
37	*Ranunculus repens*	Kriechender Hahnenfuß
38	*Rubus idaeus*	Himbeere
39	*Rumex acetosa*	Wiesen - Sauerampfer
40	*Rumex acetosella*	Kleiner Sauerampfer
41	*Rumex obtusifolius*	Stumpfblättriger Ampfer
42	*Scrophularia nodosa*	Knotige Braunwurz
43	*Senecio ovatus*	Fuchssches Greiskraut
44	*Senecio vernalis*	Frühlings - Kreuzkraut
45	*Senecio vulgaris*	Gemeines Kreuzkraut
46	*Spergula arvensis*	Acker - Spergel
47	*Spergularia rubra*	Rote Schuppenmiere
48	*Stellaria media*	Vogelmiere
49	*Taraxacum officinale*	Gewöhnlicher Löwenzahn
50	*Thlaspi arvense*	Acker - Hellerkraut
51	*Trifolium pratense*	Rot - Klee
52	*Trifolium repens*	Weiß - Klee

	Botanischer Name	Deutscher Name
53	*Tussilago farfara*	Huflattich
54	*Veronica arvensis*	Feld – Ehrenpreis
55	*Vicia cracca*	Vogel - Wicke
56	*Vicia hirsuta*	Rauhhaarige Wicke
57	*Vicia sativa*	Saat - Wicke
58	*Vicia sepium*	Zaun - Wicke
59	*Viola arvensis*	Ackerstiefmütterchen

Tabelle 19 : Spontanvegetation der Fläche 9 der Begrünungsflächen am RRB (siehe Abbildung 7, Kapitel 3.3.4.1)

Bearbeiter:	Landefeld, Manja
Datum:	22.07.2001
Boden / Untergrund:	verwitterter Sandstein / Unterer Buntsandstein
Größe:	ca. 980 m²
Schicht/Deckungsgrad:	Krautschicht/ 3 %

	Botanischer Name	Deutscher Name
1	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
2	*Epilobium parviflorum*	Kleinblütiges Weidenröschen
3	*Epilobium roseum*	Rosenrotes Weidenröschen
4	*Galeopsis tetrahit*	Gemeiner Hohlzahn
5	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras
6	*Holcus mollis*	Weiches Honiggras
7	*Lactuca serriola*	Kompass - Lattich
8	*Lupinus polyphyllus*	Stauden - Lupine
9	*Matricaria maritima*	Geruchlose Kamille
10	*Poa pratensis*	Wiesen - Rispengras
11	*Rumex acetosella*	Kleiner Sauerampfer
12	*Senecio vulgare*	Gemeines Kreuzkraut
13	*Trifolium repens*	Weiß - Klee
14	*Vicia hirsuta*	Rauhhaarige Wicke
15	*Vicia sativa*	Saat - Wicke
16	*Viola arvensis*	Ackerstiefmütterchen

Kontaktvegetation zu den Begrünungsflächen des RRB

Tabelle 20 : Kontaktvegetation **1** : Frischwiesen im Wirrbachtal (siehe Abbildung 11, Kapitel 3.3.4.3)

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Achillea millefolium*	Gewöhnliche Schafgarbe
2	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
3	*Anthoxanthum odoratum*	Gemeines Ruchgras
4	*Avenula versicolor*	Bunter Wiesenhafer
5	*Centaurea scabiosa*	Skabiosenflockenblume
6	*Dactylis glomerata*	Knaulgras
7	*Festuca ovina*	Schafschwingel
8	*Geranium sylvaticum*	Waldstorchschnabel
9	*Holcus mollis*	Weiches Honiggras
10	*Leucanthemum vulgare*	Wiesen – Margerite
11	*Phyteuma spicatum*	Ährige Teufelskralle
12	*Poa pratense*	Wiesen – Rispengras
13	*Polygonum lapathifolium*	Ampferknöterich
14	*Potentilla erecta*	Blutwurz
15	*Rumex acetosa*	Wiese – Sauerampfer
16	*Rumex obtusifolius*	Stumpfblättriger Ampfer

(Quelle: DEGES : Landschaftspflegerischer Begleitplan in der Planfesstellung, 1997)

Tabelle 21: Kontaktvegetation **2** : Ansaatfläche auf Autobahndammböschung (siehe Abbildung 11, Kapitel 3.3.4.3)

Bearbeiter:	Landefeld, Manja
Datum:	29.07.2001
Boden:	Porphyrschutt
Größe:	-
Schicht/Deckungsgrad:	Krautschicht/ ca. 50%

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Achillea millefolium*	Gewöhnliche Schafgarbe
2	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
3	*Apera spica - venti*	Gemeiner Windhalm
4	*Avena sativa*	Saathafer
5	*Centaurea cyanus*	Kornblume
6	*Centaurea jacea*	Wiesen – Flockenblume
7	*Epilobium angustifolium*	Schmalblättriges Weidenröschen
8	*Epilobium parviflorum*	Kleinblütiges Weidenröschen
9	*Lolium perenne*	Deutsches Weidelgras
10	*Mycelis muralis*	Mauerlattich
11	*Papaver rhoeas*	Klatsch - Mohn
12	*Poa pratensis*	Wiesen – Rispengras
13	*Rumex obtusifolius*	Stumpfblättriger Amfer
14	*Secale cereale*	Roggen
15	*Senecio vulgaris*	Gewöhnliches Kreuzkraut
16	*Silene vulgaris*	Aufgeblasenes Leimkraut
17	*Tussilago farfara*	Huflattich
18	*Veronica chamaedrys*	Gamander – Ehrenpreis
19	*Viccia tenuifolia*	Schmalblättrige Vogelwicke

Tabelle 22 : Kontaktvegetation **3** : Erdmieten, ca. seit 1 ½ Jahren dort lagernd (siehe Abbildung 11, Kapitel 3.3.4.3)

Bearbeiter:	Landefeld, Manja
Datum:	29.07.2001
Boden:	unbekannt
Größe:	-
Schicht/Deckungsgrad:	Krautschicht/ ca. 70%

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Achillea millefolium*	Gewöhnliche Schafgarbe
3	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
2	*Alopecurus pratensis*	Wiesenfuchsschwanz
4	*Betula pendula*	Birke
5	*Calluna vulgaris*	Heidekraut
6	*Campanula patula*	Wiesen – Glockenblume
7	*Chenopodium album*	Weißer Gänsefuß
8	*Cirsium arvensis*	Acker - Kratzdistel
9	*Crataegus monogyna*	Weißdorn
10	*Digitalis purpureum*	Roter Fingerhut
12	*Epilobium angustifolium*	Schmalblättriges Weidenröschen
11	*Epilobium roseum*	Rosenrotes Weidenröschen
13	*Galeopsis tetrahit*	Gemeiner Hohlzahn
14	*Geranium robertianum*	Stinkender Storchschnabel
15	*Geum urbanum*	Echte Nelkenwurz
16	*Heracleum sphondylium*	Wiesen - Bärenklau
17	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras
18	*Hypericum perforatum*	Tüpfel - Hartheu
19	*Lathyrus pratensis*	Wiesen – Platterbse
20	*Linaria vulgaris*	Gewöhnliches Leinkraut
21	*Lupinus polyphyllus*	Stauden - Lupine
22	*Malva alcea*	Rosen - Malve
23	*Plantago major*	Breiter Wegerich
24	*Poa pratensis*	Wiesen - Rispengras
25	*Poa trivialis*	Gewöhnliches Rispengras
26	*Polygonum aviculare*	Vogel - Knöterich
27	*Potentilla erecta*	Blutwurz
28	*Ranunculus repens*	Kriechender Hahnenfuß
29	*Rubus idaeus*	Himbeere
30	*Rumex acetosella*	Kleiner Sauerampfer
31	*Rumex obtusifolius*	Stumpfblättriger Sauerampfer
33	*Senecio vulgaris*	Gewöhnliches Kreuzkraut

	Botanischer Name	Deutscher Name
34	*Stellaria graminea*	Gras - Sternmiere
35	*Taraxacum officinalis*	Gemeiner Löwenzahn
36	*Trifolium pratense*	Wiesen - Klee
37	*Trifolium repens*	Weißklee
38	*Urtica dioica*	Gemeine Brennessel
39	*Vaccinium myrtillis*	Heidelbeere
40	*Veronica chamaedrys*	Gamander - Ehrenpreis
41	*Vicia cracca*	Vogelwicke
42	*Viola arvenis*	Acker - Stiefmütterchen

Tabelle 23 : Kontaktvegetation **4** : Frisch- und Feuchtwiesen im Wirrbachtal (siehe Abbildung 11, Kapitel 3.3.4.3)

Großseggenried (Nr. 149)		
	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Carex rostrata*	Schnabel - Segge
2	*Carex vesicaria*	Blasen - Segge
3	*Cirsium palustre*	Sumpf - Kratzdistel
4	*Epilobium palustre*	Sumpf - Weidenröschen
5	*Equisetum sylvaticum*	Wald - Schachtelhalm
6	*Galium palustre*	Sumpf – Labkraut
7	*Juncus effusus*	Flatter - Binse
8	*Lotus uliginosus*	Sumpf - Hornklee
9	*Lysimachia vulgaris*	Gewöhnlicher Gilbweiderich
10	*Myosotis palustris*	Sumpf - Vergißmeinnicht
11	*Scirpus sylvaticus*	Wald - Simse
Feucht-/Nassgrünland, eutroph (Nr. 150)		
1	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
2	*Agrostis stolonifera*	Weißes Straußgras
3	*Anthoxanthum odoratum*	Gemeines Ruchgras
4	*Centaurea pseudophrygia*	Perücken - Flockenblume
5	*Cirsium palustre*	Sumpf - Kratzdistel
6	*Deschampsia cespitosa*	Rasenschmiele
7	*Equisetum sylvaticum*	Wald - Schachtelhalm
8	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras
9	*Juncus acutiflorus*	Spitzblütige Binse
10	*Juncus effusus*	Flatter - Binse
11	*Lotus uliginosus*	Sumpf - Hornklee
12	*Lysimachia vulgaris*	Gewöhnlicher Gilbweiderich

	Botanischer Name	Deutscher Name
13	*Polygonum bistorta*	Wiesen -Knöterich
14	*Ranunculus flammula*	Brennender Hahnenfuß
15	*Rumex acetosa*	Wiesen - Sauerampfer
16	*Scrophularia nodosa*	Knoten - Braunwurz
17	*Stellaria graminea*	Gras - Sternmiere
Intensivgrünlan/Einsaat, naturnahes Ufergehölz, kleine Standgewässer, Kleinröhricht, Gehölzaufwuchs kleiner 40%, Uferbereich geschützter Still-gewässer (Nr. 151)		
1	*Alnus glutinosa*	Schwarz - Erle
2	*Artemisia vulgaris*	Gewöhnlicher Beifuß
3	*Dactylis glomerata*	Wiesen - Knaulgras
4	*Glyceria fluitans*	Flutender Schwaden
5	*Phleum pratense*	Wiesen - Lieschgras
6	*Picea abies*	Fichte
7	*Potamogeton natans*	Schwimmendes Laichkraut
8	*Trifolium pratense*	Rot - Klee
Bach, Graben mit mittlere Strukturdichte ; naturnahes Ufergehölz (Nr. 154)		
1	*Agrostis stolonifera*	Weißes Straußgras
2	*Alnus glutinosa*	Schwarz - Erle
3	*Betula pendula*	Birke
4	*Cirsium palustre*	Sumpf - Kratzdistel
5	*Crepis paludosa*	Sumpf - Pippau
6	*Glyceria fluitans*	Flutender Schwaden
7	*Heracleum sphodylium*	Wiesen - Bärenklau
8	*Lysimachia vulgaris*	Gewöhnlicher Gilbweiderich
9	*Picea abies*	Fichte
10	*Rubus idaeus*	Himbeere
11	*Urtica dioica*	Brennessel
12	*Vaccinium myrillus*	Heidelbeere

(Quelle: TLU : Offenlandbiotopkartierung, Ilm – Kreis, 1998)

Tabelle 24 : Kontaktvegetation **5** : Fichtenforste (siehe Abbildung 11, Kapitel 3.3.4.3)

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Acer pseudoplatanus*	Bergahorn
2	*Betula pendula*	Hängebirke
3	*Calluna vulgaris*	Heidekraut
4	*Deschampsia flexuosa*	Drahtschmiele
5	*Larix decidua*	Europäische Lärche
6	*Malus sylvestris*	Wildapfel
7	*Melampyrum nemorosum*	Hain – Wachtelweizen
8	*Picea abies*	Fichte
9	*Pinus sylvestris*	Gemeine Kiefer
10	*Quercus rubra*	Roteiche
11	*Salix caprea*	Salweide
12	*Sorbus aucuparia*	Vogelbeere
13	*Vaccinium myrtilis*	Heidelbeere
14	*Vaccinium vitis - idae*	Preiselbeere

(Quelle: DEGES : Landschaftspflegerischer Begleitplan in der Planfesstellung, 1997)

Anhang 5

Gesamtlisten der erfassten Pflanzenarten

Tabelle 1: Gesamtartenliste der erfassten Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB

	Botanische Namen	**Deutsche Namen**
1	*Achillea millefolium*	Gewöhnliche Schafgarbe
2	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
3	*Agrostis stolonifera*	Weißes Straußgras
4	*Alchemilla vulgaris*	Gewöhnlicher Frauenmantel
5	*Betula pendula*	Hängebirke
6	*Capsella bursa-pastoris*	Hirtentäschel
7	*Carex vulpinoidea*	Fuchsartige Segge
8	*Cerastium holosteoides*	Gewöhnliches Hornkraut
9	*Chenopodium album*	Weißer Gänsefuß
10	*Cirsium arvense*	Acker - Kratzdistel
11	*Elytrigia repens*	Gemeine Quecke
12	*Epilobium angustifolium*	Schmalblättriges Weidenröschen
13	*Epilobium parviflorum*	Kleinblütiges Weidenröschen
14	*Epilobium roseum*	Rosenrotes Weidenröschen
15	*Fallopia convolvulus*	Gemeiner Windenknöterich
16	*Festuca rubra*	Rot - Schwingel
17	*Galeopsis tetrahit*	Gemeiner Hohlzahn
18	*Galium aparine*	Kletten - Labkraut
19	*Geranium robertianum*	Stinkender Storchschnabel
20	*Geum urbanum*	Echte Nelkenwurz
21	*Glyceria fluitans*	Flutender Schwaden
22	*Gnaphalium uligonosum*	Sumpf - Ruhrkraut
23	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras
24	*Holcus mollis*	Weiches Honiggras
25	*Hypericum perforatum*	Tüpfel - Hartheu
26	*Juncus bufonius*	Krötenbinse
27	*Juncus conglomeratus*	Knäulbinse
28	*Lactuca serriola*	Kompass - Lattich
29	*Lamium purpureum*	Rote Taubnessel
30	*Lapsana communis*	Gemeiner Rainkohl
31	*Larix decidua*	Europäische Lärche
32	*Lolium perenne*	Deutsches Weidelgras
33	*Lupinus polyphyllus*	Stauden - Lupine
34	*Matricaria discoidea*	Strahlenlose Kamille
35	*Matricaria maritima*	Geruchlose Kamille
36	*Mycelis muralis*	Mauerlattich
37	*Myosotis arvensis*	Acker – Vergißmeinnicht
38	*Papaver dubium*	Saat - Mohn

	Botanische Namen	**Deutsche Namen**
39	*Phleum pratense*	Wiesen - Lieschgras
40	*Picea abies*	Fichte
41	*Pinus sylvestris*	Wald - Kiefer
42	*Plantago major*	Breit - Wegerich
43	*Poa pratensis*	Wiesen - Rispengras
44	*Poa trivialis*	Gewöhnliches Rispengras
45	*Polygonum aviculare*	Vogel - Knöterich
46	*Polygonum persicaria*	Floh - Knöterich
47	*Ranunculus acris*	Scharfer Hahnenfuß
48	*Ranunculus flammula*	Brennender Hahnenfuß
49	*Ranunculus repens*	Kriechender Hahnenfuß
50	*Rorippa palustris*	Gemeine Sumpfkresse
51	*Rubus idaeus*	Himbeere
52	*Rumex acetosa*	Wiesen – Sauerampfer
53	*Rumex acetosella*	Kleiner Sauerampfer
54	*Rumex obtusifolius*	Stumpfblättriger Ampfer
55	*Sagina procumbens*	Liegendes Mastkraut
56	*Salix caprea*	Salweide
57	*Scrophularia nodosa*	Knotige Braunwurz
58	*Senecio ovatus*	Fuchssches Greiskraut
59	*Senecio vernalis*	Frühlings - Kreuzkraut
60	*Senecio viscosus*	Klebriges Greiskraut
61	*Senecio vulgare*	Gemeines Kreuzkraut
62	*Spergula arvensis*	Acker - Spergel
63	*Spergularia rubra*	Rote Schuppenmiere
64	*Stellaria media*	Vogelmiere
65	*Taraxacum officinale*	Gewöhnlicher Löwenzahn
66	*Thlaspi arvense*	Acker - Hellerkraut
67	*Trifolium pratense*	Rot - Klee
68	*Trifolium repens*	Weiß - Klee
69	*Tussilago farfara*	Huflattich
70	*Urtica dioica*	Gemeine Brennesel
71	*Veronica arvensis*	Feld – Ehrenpreis
72	*Vicia angustifolia*	Schmalblättrige Wicke
73	*Vicia cracca*	Vogel - Wicke
74	*Vicia hirsuta*	Rauhhaarige Wicke
75	*Vicia sativa*	Saat - Wicke
76	*Viola arvensis*	Ackerstiefmütterchen

Tabelle 2 : Gesamtliste der erfassten Pflanzenarten der Gewinnungsfläche I

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Achillea millefolium*	Gewöhnliche Schafgarbe
2	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
3	*Alchemilla vulgaris*	Gewöhnlicher Frauenmantel
4	*Alopecurus pratensis*	Wiesenfuchsschwanz
5	*Anthoxanthum odoratum*	Gemeines Ruchgras
6	*Anthriscus sylvestris*	Wiesenkerbel
7	*Arrhenatherum elatius*	Glatthafer
8	*Bellis perennis*	Gänseblümchen
9	*Campanula patula*	Wiesenglockenblume
10	*Cardamine pratensis*	Wiesenschaumkraut
11	*Centaurea pseudophrygia*	Perückenflockenblume
12	*Cerastium holosteoides*	Gewöhnliches Hornkraut
13	*Dactylis glomerata*	Gewöhnliches Knaulgras
14	*Elytrigia repens*	Gemeine Quecke
15	*Festuca rubra*	Rotschwingel
16	*Galium mollugo*	Wiesen – Labkraut
17	*Geranium pratense*	Wiesen – Storchschnabel
18	*Heracleum sphondylium*	Wiesen – Bärenklau
19	*Hieracium pilosella*	Kleines Habichtskraut
20	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras
21	*Hypericum maculatum*	Kanten – Hartheu
22	*Lamium album*	Weiße Taubnessel
23	*Leucanthemum vulgare*	Margerite
24	*Lolium perenne*	Deutsches Weidelgras
25	*Phyteuma spicatum*	Ährige Teufelskralle
26	*Pimpinella major*	Große Bibernelle
26	*Pimpinella saxifraga*	Kleine Bibernelle
28	*Plantago lanceolata*	Spitz – Wegerich
29	*Plantago major*	Großer Wegerich
30	*Plantago media*	Mittlerer Wegerich
31	*Poa pratensis*	Wiesenrispe
32	*Poa trivialis*	Gemeines Rispengras
33	*Polygonum bistorta*	Wiesen – Knöterich
34	*Potentilla anserina*	Gänse – Fingerkraut
35	*Ranunculus acris*	Scharfer Hahnenfuß
36	*Roegneria canina*	Hundsquecke
37	*Rumex acetosa*	Wiesen – Sauerampfer
38	*Rumex crispus*	Krauser Ampfer
39	*Saxifraga granulata*	Knöllchen – Steinbrech

40	*Stellaria graminea*	Gras – Sternmiere
41	*Stellaria media*	Vogelmiere
42	*Taraxacum officinalis*	Löwenzahn
43	*Tragopogon pratensis*	Wiesen – Bocksbart
44	*Trifolium pratense*	Wiesenklee
45	*Urtica dioica*	Gemeine Brennessel
46	*Veronica chamaedrys*	Gamander – Ehrenpreis
47	*Vicia cracca*	Vogel – Wicke
48	*Vicia sepium*	Zaunwicke

Tabelle 3 : Gesamtliste der erfassten Pflanzenarten der Gewinnungsfläche II

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Achillea millefolium*	Gewöhnliche Schafgarbe
2	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
3	*Alchemilla vulgaris*	Gewöhnlicher Frauenmantel
4	*Alopecurus pratensis*	Wiesenfuchsschwanz
5	*Anthoxanthum odoratum*	Gemeines Ruchgras
6	*Anthriscus sylvestris*	Wiesen – Kerbel
7	*Arrhenatherum elatius*	Glatthafer
8	*Campanula patula*	Wiesenglockenblume
9	*Centaurea pseudophrygia*	Perücken – Flockenblume
10	*Cerastium holosteoides*	Gemeines Hornkraut
11	*Cirsium vulgare*	Lanzett – Kratzdistel
12	*Dactylis glomerata*	Wiesen - Knaulgras
13	*Deschampsia cespitosa*	Rasenschmiele
14	*Festuca rubra*	Rotschwingel
15	*Galium mollugo*	Wiesen – Labkraut
16	*Geranium pratense*	Wiesen – Storchschnabel
17	*Heracleum sphondylium*	Wiesen – Bärenklau
18	*Hieracium spec.*	Habichtskraut - Art
19	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras
20	*Knautia arvensis*	Witwenblume
21	*Pimpinella saxifraga*	Kleine Bibernelle
22	*Plantago lanceolata*	Spitz – Wegerich
23	*Poa pratensis*	Wiesenrispe
24	*Poa trivialis*	Gewöhnliche Rispe
25	*Polygonum bistorta*	Wiesen – Knöterich
26	*Ranunculus acris*	Scharfer Hahnenfuß
27	*Rumex acetosa*	Wiesen – Sauerampfer
28	*Stellaria graminea*	Gras – Sternmiere
29	*Taraxacum officinalis*	Löwenzahn
30	*Tragopogon pratensis*	Wiesen – Bocksbart
31	*Trifolium repens*	Weiß – Klee
32	*Trisetum flavescens*	Goldhafer
33	*Veronica chamaedrys*	Gamander – Ehrenpreis
34	*Veronica officinalis*	Echter Ehrenpreis
35	*Vicia cracca*	Vogel – Wicke
36	*Vicia sepium*	Zaunwicke

Tabelle 4 : Gesamtartenliste der erfassten Kontaktvegetation zu den Begrünungsflächen am RRB

	Botanischer Name	**Deutscher Name**
1	*Acer pseudoplatanus*	Bergahorn
2	*Achillea millefolium*	Gewöhnliche Schafgarbe
3	*Agrostis capillaris*	Rotes Straußgras
4	*Agrostis stolonifera*	Weißes Straußgras
5	*Alnus glutinosa*	Schwarz - Erle
6	*Alopecurus pratensis*	Wiesenfuchsschwanz
7	*Anthoxanthum odoratum*	Gemeines Ruchgras
8	*Apera spica - venti*	Gemeiner Windhalm
9	*Artemisia vulgaris*	Gewöhnlicher Beifuß
10	*Avena sativa*	Saathafer
11	*Avenula versicolor*	Bunter Wiesenhafer
12	*Betula pendula*	Birke
13	*Calluna vulgaris*	Heidekraut
14	*Campanula patula*	Wiesen – Glockenblume
15	*Carex rostrata*	Schnabel - Segge
16	*Carex vesicaria*	Blasen - Segge
17	*Centaurea cyanus*	Kornblume
18	*Centaurea jacea*	Wiesen – Flockenblume
19	*Centaurea pseudophrygia*	Perücken - Flockenblume
20	*Centaurea scabiosa*	Skabiosenflockenblume
21	*Chenopodium album*	Weißer Gänsefuß
22	*Cirsium arvensis*	Acker - Kratzdistel
23	*Cirsium palustre*	Sumpf - Kratzdistel
24	*Crataegus monogyna*	Weißdorn
25	*Crepis paludosa*	Sumpf - Pippau
26	*Dactylis glomerata*	Knaulgras
27	*Deschampsia cespitosa*	Rasenschmiele
28	*Digitalis purpureum*	Roter Fingerhut
29	*Epilobium angustifolium*	Schmalblättriges Weidenröschen
30	*Epilobium palustre*	Sumpf - Weidenröschen
31	*Epilobium parviflorum*	Kleinblütiges Weidenröschen
32	*Epilobium roseum*	Rosenrotes Weidenröschen
33	*Equisetum sylvaticum*	Wald - Schachtelhalm
34	*Festuca ovina*	Schafschwingel
35	*Galeopsis tetrahit*	Gemeiner Hohlzahn
36	*Galium palustre*	Sumpf – Labkraut
37	*Geranium robertianum*	Stinkender Storchschnabel
38	*Geranium sylvaticum*	Waldstorchschnabel

39	*Geum urbanum*	Echte Nelkenwurz
40	*Glyceria fluitans*	Flutender Schwaden
41	*Heracleum sphodylium*	Wiesen - Bärenklau
42	*Holcus lanatus*	Wolliges Honiggras
43	*Holcus mollis*	Weiches Honiggras
44	*Hypericum perforatum*	Tüpfel - Hartheu
45	*Juncus acutiflorus*	Spitzblütige Binse
46	*Juncus effusus*	Flatter - Binse
47	*Larix decidua*	Europäische Lärche
48	*Lathyrus pratensis*	Wiesen – Platterbse
49	*Leucanthemum vulgare*	Wiesen – Margerite
50	*Linaria vulgaris*	Gewöhnliches Leinkraut
51	*Lolium perenne*	Deutsches Weidelgras
52	*Lotus uliginosus*	Sumpf - Hornklee
53	*Lupinus polyphyllus*	Stauden - Lupine
54	*Lysimachia vulgaris*	Gewöhnlicher Gilbweiderich
55	*Malus sylvestris*	Wildapfel
56	*Malva alcea*	Rosen - Malve
57	*Melampyrum nemorosum*	Hain – Wachtelweizen
58	*Mycelis muralis*	Mauerlattich
59	*Myosotis palustris*	Sumpf - Vergißmeinnicht
60	*Papaver rhoeas*	Klatsch - Mohn
61	*Phleum pratense*	Wiesen - Lieschgras
62	*Phyteuma spicatum*	Ährige Teufelskralle
63	*Picea abies*	Fichte
64	*Pinus sylvestris*	Gemeine Kiefer
65	*Plantago major*	Breiter Wegerich
66	*Poa pratensis*	Wiesen - Rispengras
67	*Poa trivialis*	Gewöhnliches Rispengras
68	*Polygonum aviculare*	Vogel - Knöterich
69	*Polygonum bistorta*	Wiesen -Knöterich
70	*Polygonum lapathifolium*	Ampferknöterich
71	*Potamogeton natans*	Schwimmendes Laichkraut
72	*Potentilla erecta*	Blutwurz
73	*Quercus rubra*	Roteiche
74	*Ranunculus flammula*	Brennender Hahnenfuß
75	*Ranunculus repens*	Kriechender Hahnenfuß
76	*Rubus idaeus*	Himbeere
77	*Rumex acetosa*	Wiese – Sauerampfer
78	*Rumex acetosella*	Kleiner Sauerampfer
79	*Rumex obtusifolius*	Stumpfblättriger Ampfer
80	*Salix caprea*	Salweide
81	*Scirpus sylvaticus*	Wald - Simse
82	*Scrophularia nodosa*	Knoten - Braunwurz

83	*Secale cereale*	Roggen
84	*Senecio vulgaris*	Gewöhnliches Kreuzkraut
85	*Silene vulgaris*	Aufgeblasenes Leimkraut
86	*Sorbus aucuparia*	Vogelbeere
87	*Stellaria graminea*	Gras - Sternmiere
88	*Taraxacum officinalis*	Gemeiner Löwenzahn
89	*Trifolium pratense*	Wiesen - Klee
90	*Trifolium repens*	Weißklee
91	*Tussilago farfara*	Huflattich
92	*Urtica dioica*	Gemeine Brennessel
93	*Vaccinium myrillus*	Heidelbeere
94	*Vaccinium vitis - idae*	Preiselbeere
95	*Veronica chamaedrys*	Gamander – Ehrenpreis
96	*Viccia tenuifolia*	Schmalblättrige Vogelwicke
97	*Vicia cracca*	Vogelwicke
98	*Viola arvenis*	Acker - Stiefmütterchen

Anhang 6

Ökologisches Verhalten der erfassten Pflanzenarten

Tabelle 1 : Ökologisches Verhalten der Pflanzenarten der Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB anhand der Kennwerte Lichtzahl (L), Temperaturzahl (T), Feuchtezahl (F), Reaktionszahl (R) und Nährstoffzahl (N)

	Botanischer Name	**L**	**T**	**F**	**R**	**N**
1	*Achillea millefolium*	8	x	4	x	5
2	*Agrostis capillaris*	7	x	x	4	4
3	*Agrostis stolonifera*	8	x	X=	x	5
4	*Alchemilla vulgaris*	-	-	-	-	-
5	*Betula pendula*	(7)	x	x	x	x
6	*Capsella bursa-pastoris*	7	x	5	x	6
7	*Carex vulpinoidea*	-	-	-	-	-
8	*Cerastium holosteoides*	6	x	5	x	5
9	*Chenopodium album*	x	x	4	x	7
10	*Cirsium arvense*	8	5	x	x	7
11	*Elytrigia repens*	7	6	X~	x	7
12	*Epilobium angustifolium*	8	x	5	5	8
13	*Epilobium parviflorum*	7	5	9=	8	6
14	*Epilobium roseum*	7	6	9=	8	8
15	*Fallopia convolvulus*	7	6	5	x	6
16	*Festuca rubra*	x	x	6	6	x
17	*Galeopsis tetrahit*	7	x	5	x	6
18	*Galium aparine*	7	6	x	6	8
19	*Geranium robertianum*	5	x	x	x	7
20	*Geum urbanum*	4	5	5	x	7
21	*Glyceria fluitans*	7	x	9=	x	7
22	*Gnaphalim uligonosum*	7	6	7	4	4
23	*Holcus lanatus*	7	6	6	x	4
24	*Holcus mollis*	5	5	5	2	3
25	*Hypericum perforatum*	7	6	4	6	3
26	*Juncus bufonius*	7	5	7~	3	4
27	*Juncus conglomeratus*	8	5	7~	4	3
28	*Lactuca serriola*	9	7	4	x	4
29	*Lamium purpureum*	7	5	5	7	7
30	*Lapsana communis*	5	6	5	x	7
31	*Larix decidua*	(8)	x	4	x	3
32	*Lolium perenne*	8	6	5	7	7
33	*Lupinus polyphyllus*	7	5	5	4	x
34	*Matricaria discoidea*	8	5	5	7	8
35	*Matricaria maritima*	9	6	6=	7	8

36	*Mycelis muralis*	4	6	5	x	6
37	*Myosotis arvensis*	6	6	5	x	6
38	*Papaver dubium*	6	6	4	5	5
39	*Phleum pratense*	7	x	5	x	6
40	*Picea abies*	(5)	3	x	x	x
41	*Pinus sylvestris*	(7)	x	x	x	x
42	*Plantago major*	8	x	5	x	6
43	*Poa pratensis*	6	x	5	x	6
44	*Poa trivialis*	6	x	7	x	7
45	*Polygonum aviculare*	7	6	4	x	6
46	*Polygonum persicaria*	6	6	5	7	7
47	*Ranunculus acris*	7	x	6	x	x
48	*Ranunculus flammula*	7	x	9~	3	2
49	*Ranunculus repens*	6	x	7~	x	x
50	*Rorippa palustris*	7	x	8=	x	8
51	*Rubus idaeus*	7	x	x	x	6
52	*Rumex acetosa*	8	x	x	x	6
53	*Rumex acetosella*	8	5	4	2	2
54	*Rumex obtusifolius*	7	5	6	x	9
55	*Sagina procumbens*	7	x	5~	7	6
56	*Salix caprea*	7	x	6	7	7
57	*Scrophularia nodosa*	4	5	6	6	7
58	*Senecio ovatus*	7	x	5	x	8
59	*Senecio vernalis*	7	6	4	7	6
60	*Senecio viscosus*	8	6	3	x	4
61	*Senecio vulgaris*	7	x	5	x	8
62	*Spergula arvensis*	6	5	5	3	6
63	*Spergularia rubra*	7	5	5~	3	4
64	*Stellaria media*	6	x	x	7	8
65	*Taraxacum officinale*	7	x	5	x	7
66	*Thlaspi arvense*	6	5	5	7	6
67	*Trifolium pratense*	7	x	x	x	x
68	*Trifolium repens*	8	x	5	6	6
69	*Tussilago farfara*	8	x	6~	8	x
70	*Urtica dioica*	x	x	6	7	8
71	*Veronica arvensis*	7	6	4	6	x
72	*Vicia angustifolia*	5	6	x	x	x
73	*Vicia cracca*	7	5	5	x	x
74	*Vicia hirsuta*	7	6	4	x	4
75	*Vicia sativa*	5	6	x	x	x
76	*Vicia sepium*	x	x	5	6	5
77	*Viola arvensis*	-	-	-	-	-

(Quelle: ELLENBERG, H.(1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa)

Tabelle 2 : Ökologisches Verhalten der erfassten Pflanzenarten der Gewinnungsfläche I anhand der Kennwerte Lichtzahl (L), Temperaturzahl (T), Feuchtezahl (F), Reaktionszahl (R) und Nährstoffzahl (N)

	Botanischer Name	**L**	**T**	**F**	**R**	**N**
1	*Achillea millefolium*	8	x	4	x	5
2	*Agrostis capillaris*	7	x	x	4	4
3	*Alchemilla vulgaris*	-	-	-	-	-
4	*Alopecurus pratensis*	6	x	6	6	7
5	*Anthoxanthum odoratum*	x	x	x	5	x
6	*Anthriscus sylvestris*	7	x	5	x	8
7	*Arrhenatherum elatius*	8	5	5	7	7
8	*Bellis perennis*	8	x	5	x	6
9	*Campanula patula*	8	6	5	7	5
10	*Cardamine pratensis*	4	x	6	x	x
11	*Centaurea pseudophrygia*	8	4	5	5	4
12	*Cerastium holosteoides*	6	x	5	x	5
13	*Dactylis glomerata*	7	x	5	x	6
14	*Elytrigia repens*	7	6	X~	x	7
15	*Festuca rubra*	x	x	6	6	x
16	*Galium mollugo*	7	6	4	7	?
17	*Geranium pratense*	8	6	5	8	7
18	*Heracleum sphondylium*	7	5	5	x	8
19	*Hieracium pilosella*	7	x	4	x	2
20	*Holcus lanatus*	7	6	6	x	4
21	*Hypericum maculatum*	8	x	6~	3	2
22	*Lamium album*	7	x	5	x	9
23	*Leucanthemum vulgare*	7	x	4	x	3
24	*Lolium perenne*	8	6	5	7	7
25	*Phyteuma spicatum*	x	x	5	6	5
26	*Pimpinella major*	7	5	5	7	7
27	*Pimpinella saxifraga*	7	x	3	x	2
28	*Plantago lanceolata*	6	x	x	x	x
29	*Plantago major*	8	x	5	x	6
30	*Plantago media*	7	x	4	7	3
31	*Poa pratensis*	6	x	5	x	6
32	*Poa trivialis*	6	x	7	x	7
33	*Polygonum bistorta*	7	4	7	5	5
34	*Potentilla anserina*	7	6	6~	x	7
35	*Ranunculus acris*	7	x	6	x	x
36	*Roegneria canina*	6	6	6	7	8

37	*Rumex acetosa*	8	x	x	x	6
38	*Rumex crispus*	7	5	7~	x	5
39	*Saxifraga granulata*	x	6	4	5	3
40	*Stellaria graminea*	6	x	4	4	3
41	*Stellaria media*	6	x	x	7	8
42	*Taraxacum officinale*	7	x	5	x	7
43	*Tragopogon pratensis*	7	6	4	7	6
44	*Trifolium pratense*	7	x	x	x	x
45	*Urtica dioica*	x	x	6	7	8
46	*Veronica chamaedrys*	6	x	5	x	x
47	*Vicia cracca*	7	5	5	x	x
48	*Vicia sepium*	x	x	5	6	5

(Quelle: ELLENBERG, H.(1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa)

Tabelle 3 : Ökologisches Verhalten der erfassten Pflanzenarten der Gewinnungsfläche II anhand der Kennwerte Lichtzahl (L), Temperaturzahl (T), Feuchtezahl (F), Reaktionszahl (R) und Nährstoffzahl (N)

	Botanischer Name	**L**	**T**	**F**	**R**	**N**
1	*Achillea millefolium*	8	x	4	x	5
2	*Agrostis capillaris*	7	x	x	4	4
3	*Alchemilla vulgaris*	-	-	-	-	-
4	*Alopecurus pratensis*	6	x	6	6	7
5	*Anthoxanthum odoratum*	x	x	x	5	x
6	*Anthriscus sylvestris*	7	x	5	x	8
7	*Arrhenatherum elatius*	8	5	5	7	7
8	*Campanula patula*	8	6	5	7	5
9	*Centaurea pseudophrygia*	8	4	5	5	4
10	*Cerastium holosteoides*	6	x	5	x	5
11	*Cirsium vulgare*	8	5	5	7	8
12	*Dactylis glomerata*	7	x	5	x	6
13	*Deschampsia cespitosa*	6	x	7~	x	3
14	*Festuca rubra*	x	x	6	6	x
15	*Galium mollugo*	7	6	4	7	?
16	*Geranium pratense*	8	6	5	8	7
17	*Heracleum sphondylium*	7	5	5	x	8
18	*Hieracium pilosella*	7	x	4	x	2
19	*Holcus lanatus*	7	6	6	x	4
20	*Knautia arvensis*	7	6	4	x	4
21	*Pimpinella saxifraga*	7	x	3	x	2
22	*Plantago lanceolata*	6	x	x	x	x
23	*Poa pratensis*	6	x	5	x	6
24	*Poa trivialis*	6	x	7	x	7
25	*Polygonum bistorta*	7	4	7	5	5
26	*Ranunculus acris*	7	x	6	x	x
27	*Rumex acetosa*	8	x	x	x	6
28	*Stellaria graminea*	6	x	4	4	3
29	*Taraxacum officinale*	7	x	5	x	7
30	*Tragopogon pratensis*	7	6	4	7	6
31	*Trifolium repens*	8	x	5	6	6
32	*Trisetum flavescens*	7	x	x	x	5
33	*Veronica chamaedrys*	6	x	5	x	x
34	*Veronica officinalis*	6	x	4	3	4
35	*Vicia cracca*	7	5	5	x	x
36	*Vicia sepium*	x	x	5	6	5

Legende

x indifferentes Verhalten, d.h. weite Amplitude oder ungleiches Verhalten in verschiedenen Gegenden

? ungeklärtes Verhalten, über das selbst Mutmaßungen noch nicht möglich sind

klein gedruckte Ziffern: unsichere Einstufungen

L = Lichtzahl

1 *Tiefschattenpflanze,* noch weniger als 1%, selten bei mehr als 30% r.B. vorkommend
2 zwischen 1 und 3 stehend
3 *Schattenpflanze,* meist bei weniger als 5% r.B., doch auch an helleren Stellen
4 zwischen 3 und 5 stehend
5 *Halbschattenpflanze,* nur ausnahmsweise im vollen Licht, meist aber bei mehr als 10% r.B.
6 zwischen 5 und 7 stehend
7 *Halblichtpflanze,* meist bei vollem Licht, meist aber bei mehr als 10% r.B.
8 *Lichtpflanze,* nur ausnahmsweise bei weniger als 40% r.B.
9 *Vollichtpflanze,* nur an voll bestrahlten Plätzen, nicht bei weniger als 50% r.B.

(eingeklammerte Ziffern beziehen sich auf Baumjungwuchs)

T = Temperaturzahl

1 *Kältezeiger,* nur in hohen Gebirgslagen, d.h. der alpinen und nivalen Stufe
2 zwischen 1 und 3 stehend (viele alpine Arten)
3 *Kühlezeiger, vorwiegend in subalpinen Lagen*
4 zwischen 3 und 5 szehend (insbesondere hochmontane und montane Arten)
5 *Mäßigwärmeanzeiger*, von tiefen bis in montane Lagen, Schwergewicht in submontan – temperatem Bereich
6 zwischen 5 und 7 stehend (d.h. planar bis collin)
7 *Wärmezeiger,* im nördlichen Mitteleuropa nur in relativ warmen Tieflagen
8 zwischen 7 und 9 stehend, meist mit submediteranem Schwergewicht
9 *extremer Wärmezeiger,* vom Mediterangebiet nur auf wärmste Plätze im Oberrheingebiet übergreifend

F = Feuchtezahl

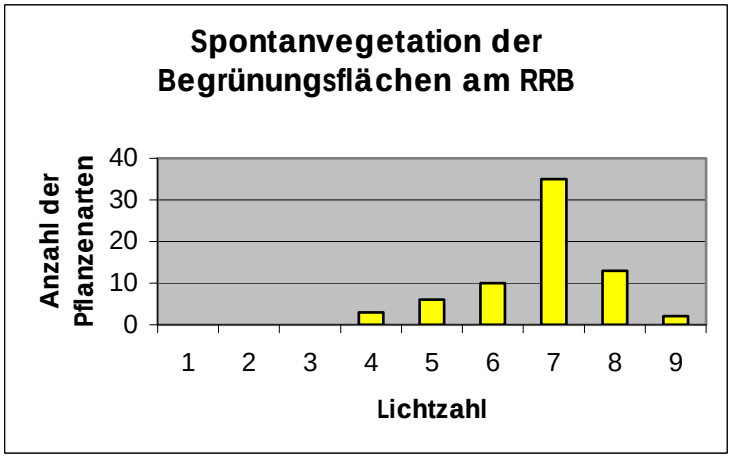
1 *Starktrockniszeiger,* an oftmals austrocknenden Stellen lebensfähig und auf trockene Böden beschränkt
2 zwischen 1 und 3 stehend
3 *Trockniszeiger*, auf trockenen Böden häufiger vorkommend als auf frischen; auf feuchten Böden fehlend
4 zwischen 3 und 5 stehend
5 *Frischezeiger*, Schwergewicht auf mittelfeuchten Böden, auf nassen, sowie auf öfter austrocknenden Böden fehlend
6 zwischen 5 und 7 stehend
7 *Feuchtezeiger,* Schwergewicht auf gut durchfeuchteten, aber nicht nassen Böden
8 zwischen 7 und 9 stehend
9 Nässezeiger, Schwergewicht auf oft durchnäßten (luftarmen) Böden
~ Zeiger für starken Wechsel (z.B. 3~: Wechseltrockenheit)
= *Überschwemmungszeiger*, auf mehr oder minder regelmäßig überschwemmten Böden

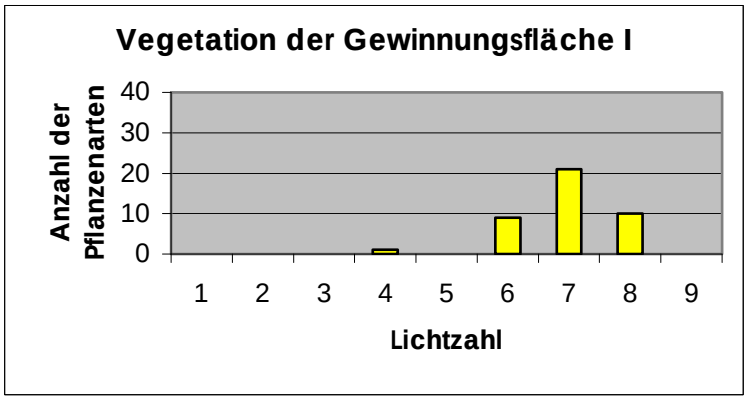
R = Reaktionszahl

1 *Starksäurezeiger,* niemals auf schwachsauren bis alkalischen vorkommend
2 zwischen 1 und 3 stehend
3 *Säurezeiger,* Schwergewicht auf sauren Böden, ausnahmsweise bis in den neutralen Bereich
4 zwischen 3 und 5 stehend
5 *Mäßigsäurezeiger*, auf stark sauren wie auf neutralen bis alkalischen Böden selten
6 zwischen 5 und 7 stehend
7 *Schwachsäure- bis Schwachbasenzeiger*, niemals auf stark sauren Böden
8 zwischen 7 und 9 stehend, d.h. meist auf Kalk angewiesen
9 *Basen- und Kalkzeiger*, stets auf kalkreichen Böden

N = Nährstoffzahl

1 *stickstoffärmste* Standorte anzeigend
2 zwischen 1 und 3 stehend
3 auf *stickstoffarmen* Standorten häufiger als auf mittelmäßigen und nur ausnahmsweise auf reicheren
4 zwischen 3 und 5 stehend
5 *mäßig stickstoffreiche* Standorte anzeigend, auf armen und reichen seltener
6 zwischen 5 und 7 stehend
7 an *stickstoffreicheren* Standorten häufiger als auf mittelmäßigen und nur ausnahmsweise auf ärmeren
8 ausgesprochener *Stickstoffzeiger*
9 an übermäßig stickstoffreichen Standorten konzentriert (Viehlagerplätze, Verschmutzungszeiger)





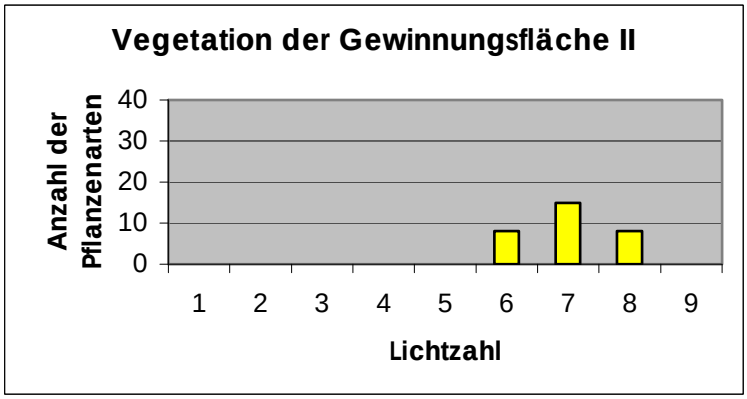
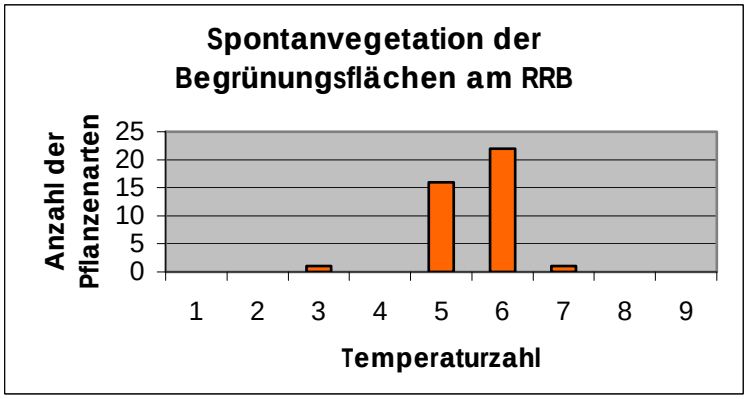
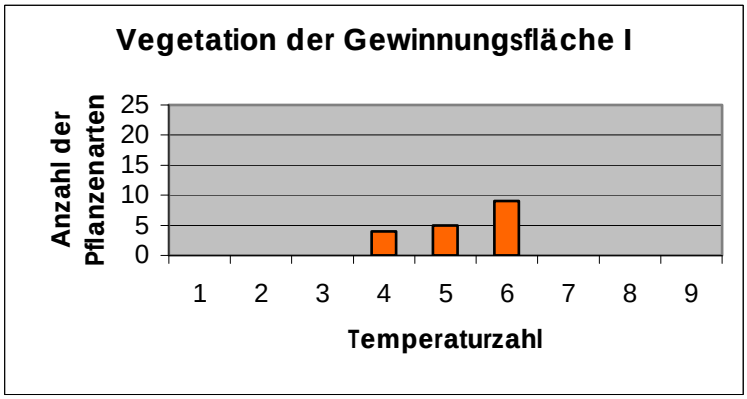


Abb.1: Ökologisches Verhalten der Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB und der Vegetation der Gewinnungsflächen I und II in Bezug auf den Kennwert Lichtzahl und die Anzahl der Pflanzenarten





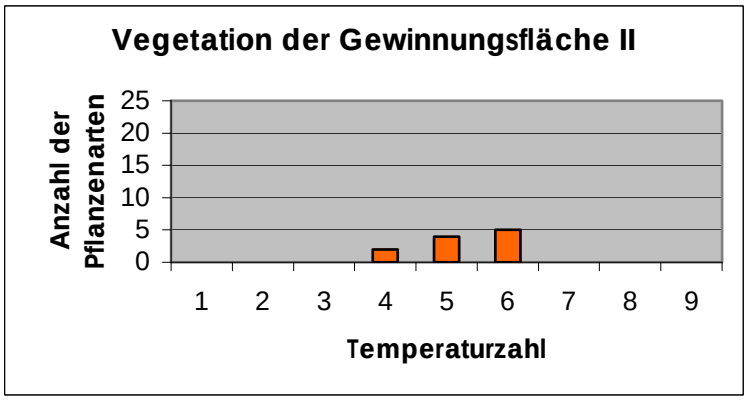
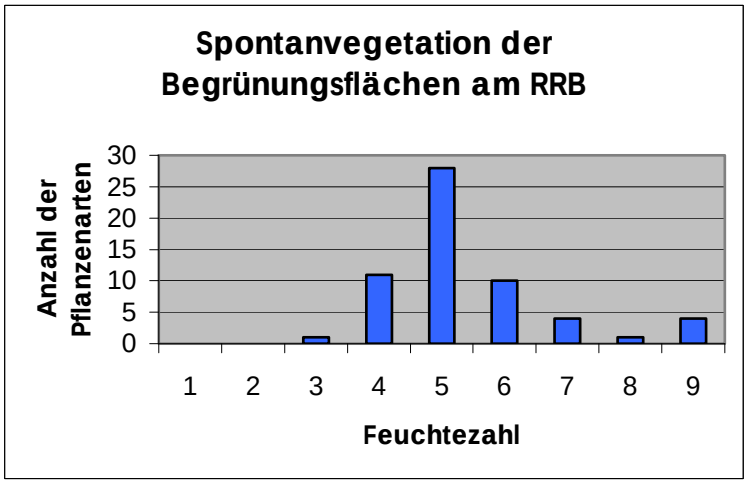
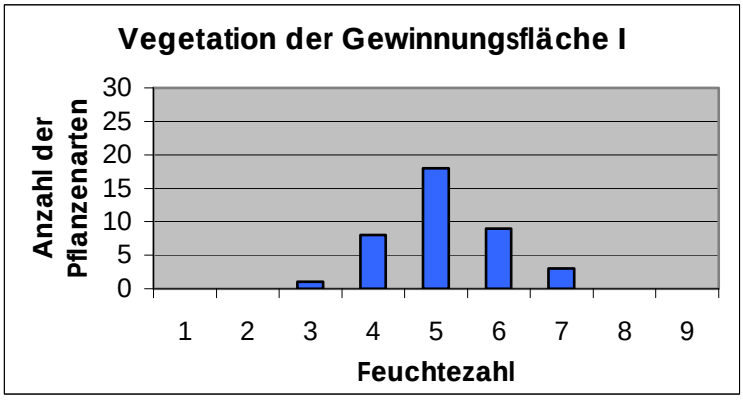


Abb. 2 : Ökologisches Verhalten der Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB und der Vegetation der Gewinnungsflächen I und II in Bezug auf den Kennwert Temperaturzahl und die Anzahl der Pflanzenarten





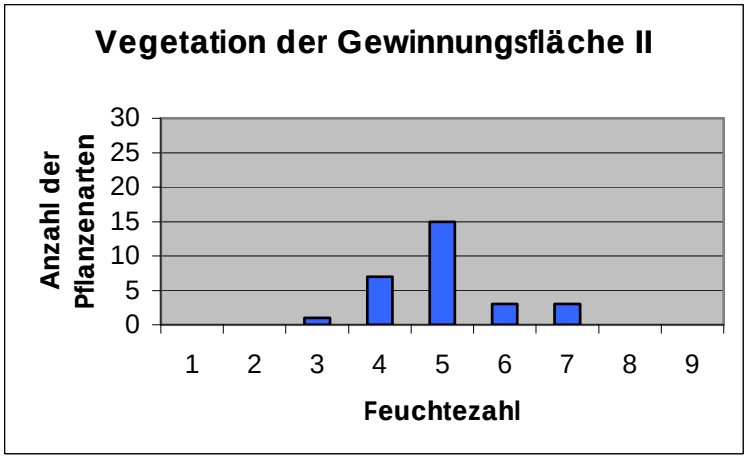
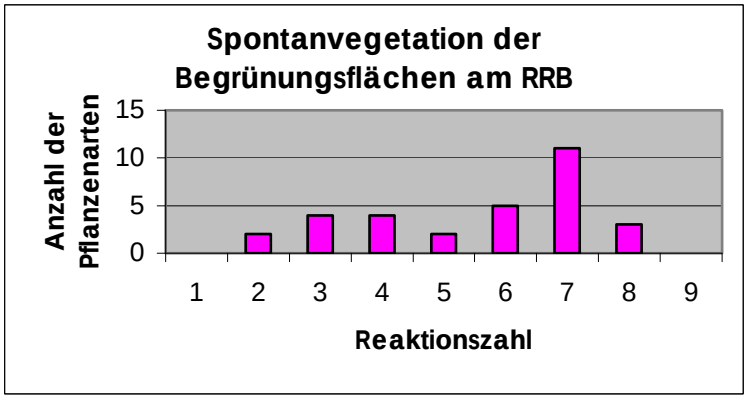
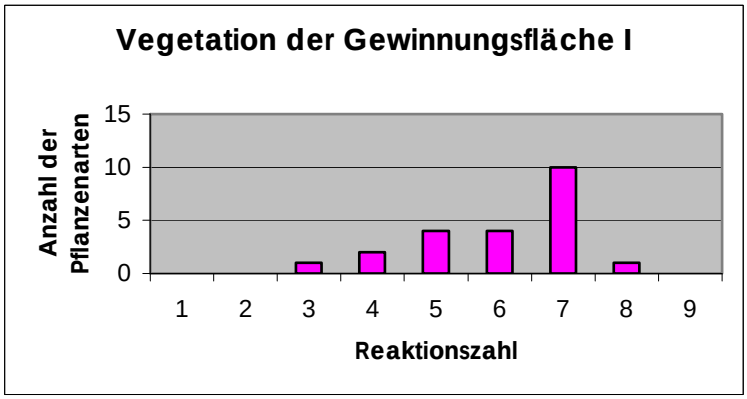


Abb. 3 : Ökologisches Verhalten der Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB und der Vegetation der Gewinnungsflächen I und II in Bezug auf den Kennwert Feuchtezahl und die Anzahl der Pflanzenarten





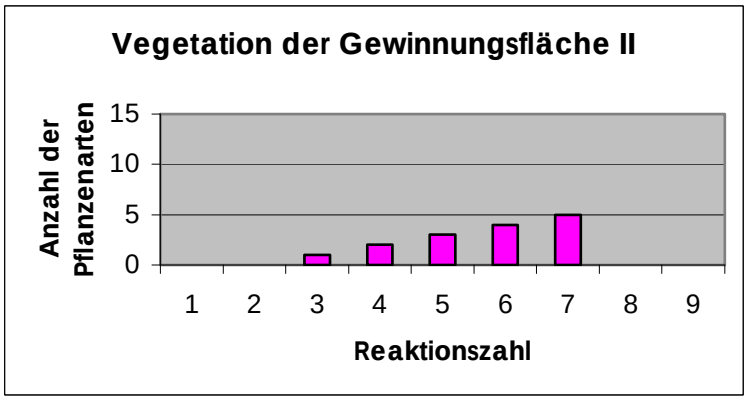
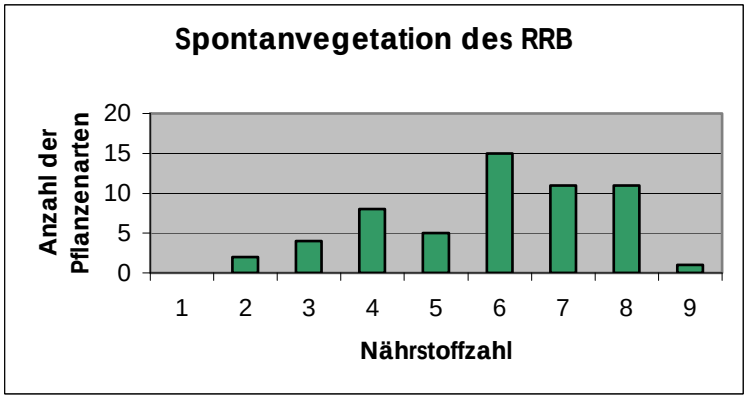
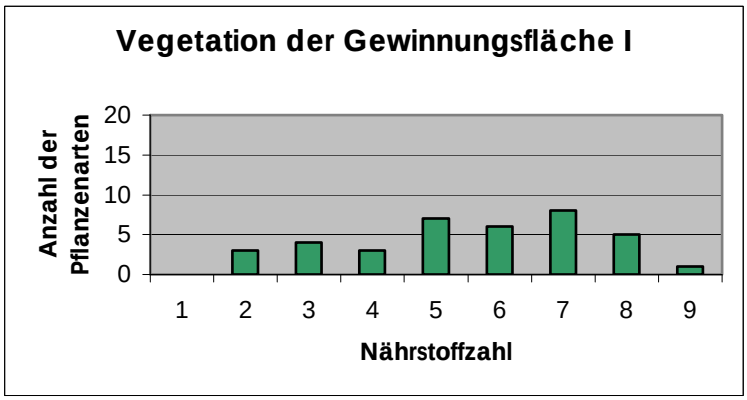


Abb. 4 : Ökologisches Verhalten der Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB und der Vegetation der Gewinnungsflächen I und II in Bezug auf den Kennwert Reaktionszahl und die Anzahl der Pflanzenarten





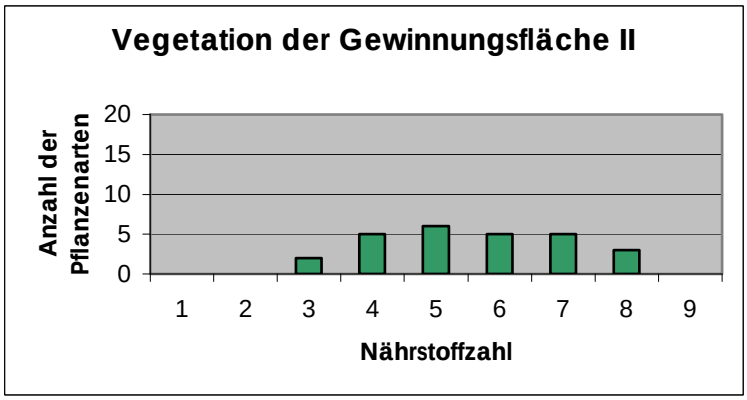


Abb. 5 : Ökologisches Verhalten der Spontanvegetation der Begrünungsflächen am RRB und der Vegetation der Gewinnungsflächen I und II in Bezug auf den Kennwert Nährstoffzahl und die Anzahl der Pflanzenarten

Anhang 7

Aktennotizen

Aktennotiz Nr. 1

Datum:	24.01.2001
Uhrzeit:	12.40 Uhr
Ort:	Fachhochschule Erfurt, Büro von Prof. Johannsen
Beteiligte:	Herr Jürgen Bender (Firma Bender – Rekultivierungen, Grünanlagen, Ingenieurbiologie), Prof. Rolf Johannsen, Diplomandin Manja Landefeld

Hinweise auf Ansprechpartner:

- Dipl. agr.-Ing. Matthias Stolle (Universität Halle, Spezialist für Wiederbegrünung von Braunkohleflächen)
- Herr Engelhardt, Spezialist für Heudrusch

Aussagen des Herrn Bender:

- Thema des Diploms: Heumulch in Verbindung mit Naßansaaten
- Der Heumulch wird aufgesplisst, da so bessere Haftung auf Boden → Erosionsschutz
- Flächen : 1. Auftragsfläche, 2. Gewinnungsfläche
- an A71 mit bickardt – Bauvorhaben
- dort Spenderflächen finden – Kontakte aufbauen!
- Bewertung der Flächen nötig, Bestandsaufnahme
- Zusammenarbeit mit öffentlichen und regionalen Stellen, Vereinen, Verbänden (z.B. Landschaftspflegeverband)
- die Erntetechnik sollte schonend sein, Balkenmäher
- das Mahdgut muß eine bestimmte Zeit auf Fläche liegen bleiben, wird dann zusammengeschoben und später als Rundballen gepackt, das Gut nicht so stark pressen, sondern schon den Kern locker wickeln, außen fester, weil Wasser abfliessen muß
- der Feuchtigkeitsgehalt des Heumulchs muß in allen Stadien gemessen werden – Gerätschaften / Meßgeräte → Gartenbau – Labor oder Herr Stolle in Halle
- zur Zwischenlagerung Fläche nötig; Mahd, Technik + Lagerung von einem Unternehmer !
- Aufbereitung: mit Gebläse und Kleber bei guten Böden, auf Rohböden (die meisten) : Bodenbeprobung nötig, ob Zuschlagstoffe nötig!
- Aufspritzen wie Naßansaat
- Planung der Aussaat!
- Ende Juni Mahd
- Herr Brandt von der DEGES Berlin weitere Verbindung A71 - Rennsteigtunnel
- Bis Ende April Vorlauf klären
- Boden: pH – Wertbestimmung, Siebschlämmanalyse
- Heumulch: Feuchtemessung, Qualitätsbeurteilung
- Verhältnis : Material – Gewinnungsfläche / Auftragsfläche
- Heumulchauftrag weite Spannen möglich: von 100 – 250 g/m²
- C – N – Verhältniss im Mulch bestimmen, Verrottungsdauer,

Humusanteil im Boden
- Bodenprofil erstellen von beiden Flächen – Herr Prof. Meyer
- Pflanzenbestimmung – Herr Prof. Helmecke
- Leistungsverzeichnis – Entwicklung im Gange
- die Flächen: Zuständigkeiten klären – welches Forstamt
- oft botanische Aufnahmen schon vorhanden auf Forstämtern
- Regierungspräsidien geben Adressenlisten heraus, Ansprechpartner
- eventuell versetzte Erntezeiten wegen Reifegrad des Materials
- Flächenteilung der Varianten: Aufbringen verschiedener Materialien/Methoden u.ä.
- Lehr- und Versuchsanstalt für Untersuchungen ansprechen

Aktennotiz Nr. 2

Datum:	02.04.2001
Uhrzeit:	15.00 Uhr
Ort:	Regenrückhaltebecken an der A71 zwischen Geraberg und Geschwenda
Beteiligte:	Herr Kropp (bickhardt – bau GmbH), Prof. Rolf Johannsen, Diplomandin Manja Landefeld, später Herr Martin Burger und Frau Lekur (DEGES Berlin)

- Besichtigung der Böschungsflächen am Regenrückhaltebecken, zwischen Geraberg und Geschwenda
- Erläuterung des geplanten Begrünungsversuches
- Erläuterungen von Herrn Kropp zu den Anschnitten: Auftrag an einigen Stellen von Porphyrbruch aus Tunnelbau „Alte Burg“ , ansonsten Anschnitt in Sandstein sichtbar, Proctordichte der Böschung etwas weniger als 97%, die Standsicherheit ist kein Problem
- Fertigstellung der Flächen im August 2000
- Flächen über dem Rundweg um das Regenrückhaltebecken als Versuchsfläche nutzen
- 3 Expositionen vorhanden: N – W – O
- Fläche ca. 2000 m², Böschung 1:1,5 Neigung, Anschnitt im Sandstein, weiches Material, Austritt von Schichtwasser
- Ansaat Ende Mai / Anfang Juni angestrebt, gleich nach Baufertigstellung
- Zustimmung zu den Versuchen von Herrn Burger und Frau Lekur von der DEGES Berlin

Aktennotiz Nr. 3

Datum:	17.04.2001
Uhrzeit:	10.00 Uhr
Ort:	Friedrichshöhe, Büro des Landschaftspflegeverbandes "Mittlerer Thüringer Wald e.V."
Beteiligte:	Frau Elke Tietz, Diplomandin Manja Landefeld

- Erläuterung des Anliegens : Suche nach Gewinnungsfläche für Heumulch, geologischer Untergrund Unterer Buntsandstein, in Nähe des RRB, am Rand des Mittleren Thüringer Waldes
- Suche in den Unterlagen zum KULAP
- Lokalisation von 2 möglichen Flächen, Bewirtschaftung durch Schafbeweidung und Mahd, Bewirtschafter und Kontaktadresse:

Raupach & Raupach GbR
Dorfstr. 34
99338 Rippersroda
Tel.: 036207/55448

- Empfehlung zur Mindestgröße der Gewinnungsfläche: 0,5 ha
- zuständige UNB: Arnstadt
- übliche Mahdtermine für Landschaftspflegeverband erst ab dem 1. Juli, besonders für die Bergwiesen
- Empfehlung zur Mahd : ca. Mitte / Ende Juli

Aktennotiz Nr. 4

Datum:	30.04.2001
Uhrzeit:	10.00 Uhr
Ort:	Fachhochschule Erfurt, Büro von Prof. Müller
Beteiligte:	Prof. Müller (FB Gartenbau), Diplomandin Manja Landefeld

- bei frischem Gras C – N – Verhältnis ca. 10:1
- eine Sperre tritt beim Verhältnis 20:1 ein, dann muß Stickstoff hinzugefügt werden
- es muß ein stabiles C – N – Verhältnis gefunden werden
- Gras braucht ungefähr 3 Tage zum Trocknen, dann beträgt die Trockensubstanz ca. 80%
- Feuchteermittlung beim Heu: Material bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz trocknen, Differenz (Verlust) bedeutet Wassergehalt
- Schnitttermin richtet sich nach den ortstypischen landwirtschaftlichen Mahdterminen, in dieser Gegend etwa ab dem 15. Juni
- Vorschlag für Varianten:

    1. Vergleichsvariante: ursprünglich vorgesehene Samenmischung der Ausschreibung
    2. Variante mit Frühmulch (gemäht vorm 15.Juni)
    3. Variante mit Normalmulch (gemäht nach dem 15. Juni)

- eventuell Zumischung von Saatgut?

Aktennotiz Nr. 5

Datum:	04.05.2001
Uhrzeit:	10.00 Uhr
Ort:	Rippersroda - Hof Raupach, Gewinnungsflächen
Beteiligte:	Herr Raupach, Diplomandin Manja Landefeld

- gemeinsame Besichtigung der Gewinnungsflächen, die dieses Jahr nicht beweidet, sondern gemäht werden
- Fläche I ist Teil des sogenannten „Erich“
- Bewirtschaftung durch Herrn Raupach seit 1991, seitdem keine Düngung, keine Ansaat, vorher Nutzung als Mäh- und Kuhweiden
- Einschätzung als relativ magere Standorte
- vorhandene, einsetzbare Technik:

    - Rundballenpresse mit variabler Presskammer (0,6 – 1,55 m) mit Schneideeinrichtung
    - Scheibenmähwerk, 2.80m Breite, mit Aufbereiter
    - Frontschneidewerk, 2.80m Breite
    - Heuwender, Arbeitsbreite 6.70m
    - Doppelschwader, 7.20 – 7.80m Breite

- Vereinbarung des Mahdtermins auf rechtzeitigen Anruf, warscheinlich Ende Juni

Aktennotiz Nr. 6

Datum:	20.06.2001
Uhrzeit:	8.30 Uhr
Ort:	Telefon
Beteiligte:	Dr. Frank Molder, Diplomandin Manja Landefeld

- Besprechung der Keimproben - Gewinnung
- Heumulch (repräsentativ!) von den zwei Spenderflächen vor dem Ballenpressen aussieben oder ausdreschen, vorher wiegen, so der Samengehalt / kg Heu bestimmbar
- benötigte Menge an Material: 100 g kleiner als 2 mm
- in Papierverpackung an Paul Baader – Konzept GmbH verschicken mit genauen Angaben (Fläche, Datum, dominierende Arten usw.)

- angestrebte Menge an Keimlingen : 200 / m²
- wenn starke Erosion, dann ca. 1000 Keimlinge / m² nötig
- Erosion besonders in den ersten Jahren nach der Begrünung wichtiges Thema
- Empfehlung von Varianten mit verschiedenen Ausbringungsstärken – daran die Bestandsentwicklung bewerten
- als Vergleichsvariante RSM 7.1.1 oder 7.1.2 zu empfehlen, da für saure Standorte geeignet

Aktennotiz Nr. 7

Datum:	28.06.2001
Uhrzeit:	8.30 Uhr
Ort:	Telefon
Beteiligte:	Herr Kropp (bickhardt – bau), Diplomandin Manja Landefeld

- Frage, ob beim Tunnelbau der Porphyr mit Beton in Berührung gekommen ist, da der pH – Wert des Porphyrschutts der nordexponierten Böschung am RRB bei 7 liegt (normal wäre ein saurer Wert)
- Antwort: ja, beim Tunnelbau wird Spritzbeton angewendet, ca. 20% fallen zu Boden, mischen sich unter
- dieser bereitet auch später Probleme, da der Kalk bei Wassereinfluß die Drainage des Tunnels zusetzt

- nach den Begrünungsmaßnahmen werden auf den Böschungen nur Streifen von 2 m Breite jeweils am Zufahrtweg und an der Umfahrung regelmäßig gemäht, um die Wege frei zu halten, die Restflächen werden der Sukzession überlassen, auch Gehölze dürfen aufkommen

Aktennotiz Nr. 8

Datum:	03.07.2001
Uhrzeit:	9.00 – 12.00 Uhr
Ort:	Institut für Bodenkunde, Martin - Luther – Universität Halle
Beteiligte:	Dipl. – Ing. Matthias Stolle, Diplomandin Manja Landefeld

- Sinn/Bedeutung der ***Vergleichsvariante*** richtet sich nach Untersuchungsziel (z.B. Vergleich der Heumulchbegrünung mit Standardbegrünung – welche entwickelt sich besser?)
- H. Stolle empfiehlt als Vergleichsvariante eine Standardbegrünung (RSM), auch um die Sinnigkeit des Kräuteranteils in solchen Standardmischungen zu untersuchen – können sich die Kräuter bei dem hohen Gräseranteil überhaupt etablieren?
- ***Auswahl der Dauer - Untersuchungsflächen*** erst im 1. Jahr nach Begrünung, so ließen sich eventuelle Überschneidungen / Vermischungen und untypische substratbedingte Erscheinungen benachbarter Varianten ausschließen
- das Problem der Artenverbreitung über die Grenze der Variantenfläche hinaus hält H. Stolle so für gering und überschaubar
- die ***Notwendigkeit von Startdüngern*** auf den Rohbodenflächen ist nicht gegeben, da die Dünger (Salze) für die Samen in Trockenzeiten (Juli) einen zusätzlichen Streßfaktor darstellen (neben dem Wassermangel) und die Zufuhr von Stickstoff über die Luft erheblich sein kann
- auch ***Kalkzugabe*** nicht nötig, da keine Nachsauerung der Standorte wie bei einigen Bergbauflächen (dort führen Pyrite zur weiteren Versauerung – Kalkzugabe nötig)
- eventuelles Problem: bei niedrigen pH – Werten können toxische Metalle (z.B. Aluminium) im Boden nicht mehr gebunden werden
- die ***Auftragsmenge pro Flächeneinheit*** ist abhängig von der Struktur des Materials (grob oder fein) und dem Diasporengehalt des Heumulches (kann durch das Aussieben oder Ausdreschen ermittelt werden)
- Problem der Lichtkeimer berücksichtigen (Großteil der Magerrasenarten)
- wenn Heumulchschicht zu dick, kann Schlüsselreiz zur Keimung nicht ausgelöst werden, es kann zu Fäulnisprozessen kommen – mögliche Bildung von keimungshemmenden Stoffen, die das Pflanzenwachstum negativ beeinflussen
- ***Anlaufzeit der Begrünung*** erst im kommenden Herbst und nächstem Frühjahr, da im Juli und August zu wenig Wasser zur Keimung zur Verfügung steht

- auch auf Heumulch ***Qualitätsstandards*** für Saatgut anwenden (Saatgutverordnung, neu vom 6. August 1998)
- Höchstfeuchte für Samen bei ca. 14%, bei Dauerlagerung < 10-12%, bei ca. 4°C
- Ansprechadresse für Lagerungsproblematiken:

Zentralinstitut für Genetik und Kulturpflanzenforschung
der Akademie der Wissenschaften in Gatersleben
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (FAL)
Bundesallee 50
3300 Braunschweig
Tel.: 0531/596628

- Probleme / Fragen bei ***Heuballierung***: Wärmeentwicklung (ab 40 – 55 °C wird Keimfähigkeit zerstört), Unterschied der Feuchte von Samen und Mulchmaterial vorhanden?
- Frist der Dauerlagerung von Heumulch warscheinlich bei 3 Jahren, dann Abbau der Keimfähigkeit
- kartieren der ***Kontaktvegetation***: lichte Standorte im /am Kiefernwald (natürliche Standorte, nicht anthropogen beeinflußt)
- auf Leguminosen achten: Medicago lupulina, Trifolium arvense
- anfliegende Arten brauchen nicht als Saatgut zugesetzt werden
- bei ***Saatgutmischungen*** zu beachten: räumlich – zeitliche Staffelung der Arten, verschiedene Wurzelsysteme → daraus Mischung ableiten (Beispiel bringen!)
- Gewinnung von Saatgutmaterial für Keimprobe – technische Aufbereitung ratsam, Sieb, Dreschmaschine, Windsielter

Firma Rose
Zier- und Wildpflanzenvermehrungsbetrieb
Tel.: 0361/7852211

- *Verwendungsmöglichkeiten für Heumulch*

1. gestaffelte Heumulchgewinnung
2. Heumulch von einem Mahdtermin und Zusatz von passendem autochtonen Saatgut
3. Heu als reines Mulchmaterial (nur die physikalischen Vorteile werden genutzt) und passendes autochtones Saatgut
4. Heu als inertes Material (ohne Saatgut) zur Förderung der Sukzession

- eine Möglichkeit: Vermehrung von Basissaatgut (autochton) in einem Betrieb, eine Vegetationsperiode vor Aussaat
- das Entwicklungsziel muß klar sein, danach richtet sich die Heumulchverwendung
- wenn möglich Heu grün aufbringen, dann Einparung der Kleber
- allgemein kombinierbare Verfahren möglich, Vorteil: großes Spektrum abdeckbar, Diskussion: welches Ziel – welche Verfahren!
- Nachteil von Anspritzverfahren: wenn hoher Steinanteil an Oberfläche (z.B. bei Schotter) klebt Saatgut auf den Steinen – kommt so niemals zur Entwicklung
- Frage der Effiktivität der Ausbringungsmenge an Saatgut!
- Handausbringung bzw. trockene Ausbringung (z.B. Gebläse) wäre vorteilhafter, da Samen sich gleich in die Nischen und Ritzen setzen
- bei Schotter effektive Verdunstungsfläche minimal durch Steinanteil, kein kapillarer Anstieg von Wasser möglich (wie bei Löß oder anderen feinerdereichen Substraten, dort höhere Verdunstung)

Aktennotiz Nr. 9

Datum:	11.07.2001
Uhrzeit:	9.00 Uhr
Ort:	Fachhochschule Erfurt, Büro von Prof. Rolf Johannsen
Beteiligte:	Prof. Rolf Johannsen, Diplomandin Manja Landefeld

- Betreff: Saatgutgewinnung für Keimprobe (100g) im Druschverfahren in einem Seminarraum der FH Erfurt
- benötigte Hilfsmittel: Tapezierfolie oder Bettlaken, Decke, Weiden – oder Haselrute (Tipps von Herrn Spundflasch)
- Diskussion der Vergleichsvariante, Entscheidung für Ansaat mit RSM 7.1.1, in dieser 3-4 Gräser enthalten die auch im Heumulch vorkommen
- Bewertungen / Erfahrungen mit dieser RSM herausfinden!
- Notwendigkeit von Startdünger ist gegeben, da bewährt und auch als Ausgleich für weites (?) C – N – Verhältnis im Heumulch nötig
- auch leichte Aufbasung mit Kalk ratsam, da Bodenverbesserung
- Überwachung bei Ausführung der Naßansaat notwendig zur Qualitätssicherung!
- Stahlnägel zur Flächenabsteckung auf 70 – 80 cm kürzen lassen, da sonst zu lang – mit Bolzenschneider bei bickardt – Bau?
- mit Fäustel einschlagen, evt. Nachbesserung im Frühjahr nötig, bei weiterer Festgesteinszersetzung
- Kontakte zur UNB Arnstadt: Prof. Grosser ansprechen

Formelle Hinweise zur Diplomarbeit:

- am Ende ein Kapitel für offen gebliebene Fragen einrichten (z.B. Ergebnisse der N – Bestimmung von der TLU)
- Literaturverzeichnis konsequent und übersichtlich gestalten, mit hierarchischer Ordnung (veröffentlichte/unveröffentlichte Quellen...)
- Abbildungs- und Tabellenüberschriften korrekt ausführen
- im Text auf Aktennotizen verweisen – Fußnoten
- Anlagen komfortabel gestalten, um beim Suchen nach Hinweisen im Text schnell zur entsprechenden Anlage zu gelangen

Aktennotiz Nr. 10

Datum:	19.07.2001
Uhrzeit:	9.00 – 16.00 Uhr
Ort:	Bergbaufolgelandschaft Roßbach und Kayna – Süd
Beteiligte:	Anita Kirmer, Sandra Mann (vom FLB = Forschungsverbund Landschaftsentwicklung Mitteldeutsches Braunkohlerevier), Diplomandin Manja Landefeld u.a.

- Erläuterung der Blockanlage im Tagebaurestloch Roßbach:

1. Variante mit autochtonem Saatgut aus der Rhön
2. Variante mit frischem Mähgut von Glatthaferwiesen aus NSG Göttersitz
3. Nullvariante = Kontrollfläche

- dreimalige Ausführung der Versuchsflächen, weil das Vorraussetzung zur statistischen Auswertung und Anerkennung ist
- in jedem Streifen Anlage von 3 Dauerbeobachtungsflächen in gleicher Höhe, 25 m² groß, in der unteren linken Ecke 1 m² große Fläche, dort genaue Vegetationsaufnahmen
- Versuchsbeginn September 2000
- dieses Jahr im Juni erste Vegetationsaufnahmen / - auswertungen
- die besten Ergebnisse hinsichtlich der Deckungen und Artenzahlen konnten auf den Flächen der Variante 2 mit Mähgut erzielt werden
- weitere, genauere Angaben im überreichten Exkursionsführer

- dort aber nur Erfahrungen mit frischem Heumulch, da Ansicht herrscht, dass aus getrocknetem Heu die Samen vor dem Auftrag ausfallen würden
- Idee von Frau Mann geäußert: um größere Mengen frischen Grases im größeren Ausmaß aufzubringen evt. Einsatz von Düngefahrzeugen, die sonst Dung verstreuen
- Nachteil: nur anwendbar auf relativ flach verlaufenden Flächen

Aktennotiz Nr. 11

Datum:	27.07.2001
Uhrzeit:	11.00 Uhr
Ort:	Telefon
Beteiligte:	Herr Joseph Aumann (Firma, die Heu und Stroh häckselt), Diplomandin Manja Landefeld

- mehrere Arbeitsgänge zum Zerhäckseln des Heumulches nötig
- als erstes wird das Heu in einem Zerreißer zerkleinert,
- dann in einer Hammermühle mit Schlägermessern weiter aufgespliesst auf eine Länge von ca. 1,2 cm, ein Siebeinsatz dient dem Abfangen noch zu langer Stengel, die weiter bearbeitet werden,
- das so aufbereitete Material wird in einem Vorratssilo untergebracht,
- später wird es in Ballen gepresst, die in Folien verpackt werden, diese Ballen wiegen ca. 25 kg.
- während des Prozesses wurde die Entstaubungsanlage ausgeschaltet, um die Samen, die im Heu enthalten waren, im Heumulch zu belassen.
- die Enstaubungsanlage wird bei der Strohmulchherstellung, z.B. auch für die Pferdehaltung eingestellt, da so unerwünschte Stäube und andere Feinteile entfernt werden

Aktennotiz Nr. 12

Datum:	30.07.2001
Uhrzeit:	11.00 Uhr
Ort:	UNB Arnstadt
Beteiligte:	Herr Friedrich, Diplomandin Manja Landefeld

- Kopien der entsprechenden Datenblätter der Offenland – Biotopkartierung erhalten
- Frage: welche Schutzgebiete befinden in in unmittelbarer Nähe zu den Begrünungs- und Gewinnungsflächen?
- Antwort: südlich von Geraberg ist ein FFH – Gebiet gemeldet, welches noch bestätigt werden muss: der „Oberlauf der Zahmen Gera bei Seiffahrtsburgh“, die Ortschaft Gehlberg liegt in diesem Gebiet
- Einsicht der Unterlagen der DEGES, vor allem des Landschaftspflegerischen Begleitplanes aus dem Planfesstellungsverfahren

BENDER
Rekultivierungen · Grünanlagen

Aktennotiz Nr. 13

Frau
Manja Landefeld
Bodestrasse 3

99085 Erfurt

01.August 2001 JB/me

Per: manja.landefeld@gmx.de

Diplom – Heumulchsaat

Guten Tag Frau Landefeld,

teile mit: Heumulch steht zur Verfügung

Ansaat kann unserseits jederzeit erfolgen. Bitte mit der ARGE klären, wann möglich und Rückruf wegen Terminabstimmung mit

Thomas Bender Tel: 06407 / 9102-12 oder
171 / 853 62 26

Rezeptur : in g/m²

Variante 0 = Saatgut RSM 7.1.1
Variante 1 = Heumulch

Saatgut 20 g / Heumulch 200 g/m²

100	g	Bioalgeen Flüssigkonzentrat	
100	g	org. NPK – Dünger	6/6/1
30	g	min. NPK Dünger	12/12/17/2 chloridfrei
20	g	Technocell Trockenzellulose	
30	g	Terra Control Bodenfestiger	
100	g	Kohlensaurer Kalk mit 65 % CaO	

Mit freundlichen Grüßen

BENDER
Rekultivierungen · Grünanlagen

Jürgen Bender

Aktennotiz Nr. 14

Datum:	15.08.2001
Uhrzeit:	11.00 Uhr
Ort:	Telefon
Beteiligte:	Herr Prof. Schwarick, Diplomandin Manja Landefeld

- die Feldmethoden sind nur relativ genau, eignen sich als Richtwerte, sind aber vor Gericht anfechtbar, da nicht unter beaufsichtigten Bedingungen durchgeführt, sie sind preiswerter, etwas schneller in der Durchführung, die Probenvorbereitung bleibt aber die gleiche mit dem gleichen Zeitaufwand
- die Labormethoden sind genauer, vor Gericht anerkannt, teurer, standardisiert, dauern länger (auch durch Versand)

Aktennotiz Nr. 15

Datum:	20.08.2001
Uhrzeit:	ab 10.00 Uhr
Ort:	am RRB
Beteiligte:	Herr Jürgen Bender, Diplomandin Manja Landefeld

- die Herkunft des Heumulches sollte für die Praxis umsetzbar bleiben, unter Beachtung folgender Faktoren:
  - Naturraum
  - geologischer und pedologischer Untergrund
  - geeignetes Artenspektrum
  - naturnah
- wenn im Heumulch 5 – 6 Arten vorhanden sind, genügt das zur Initiierung der Vegetationsentwicklung auf den Rohbodenflächen
- die rechtliche Seite sollte näher beleuchtet werden
- Einsparungen an Bodenverbesserungs- und Düngemittel fragwürdig
- Mangel an Ansprechpartnern in den einzelnen Bundesländern zur Festlegung von Gewinnungsflächen, besonders von unter Schutz stehenden Flächen